

## **Steel frame – construção sustentável e comparação com o sistema construtivo convencional**

**Steel frame – sustainable construction and comparison with conventional construction system**

**Steel frame – construcción sostenible y comparación con sistema constructivo convencional**

Recebido: 24/06/2022 | Revisado: 01/07/2022 | Aceito: 08/07/2022 | Publicado: 16/07/2022

### **Wellington Damasceno Aragão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5155-057X>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [wellyngton-damasceno@hotmail.com](mailto:wellyngton-damasceno@hotmail.com)

### **Tiago Anastácio Lima Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2742-4770>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [tiagoanastaciolimas@gmail.com](mailto:tiagoanastaciolimas@gmail.com)

### **Olavo Lima Macedo Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8234-8267>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [olavojr.\\_@hotmail.com](mailto:olavojr._@hotmail.com)

### **José de Carlos Batista**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9411-8509>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [j.carlosegurancadotrabalho@gmail.com](mailto:j.carlosegurancadotrabalho@gmail.com)

### **Ortência Gabriela Gomes Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9250-8498>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [ortenciagabriela@hotmail.com](mailto:ortenciagabriela@hotmail.com)

### **Anderson Sousa Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7468-6816>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [andersonheineken007@gmail.com](mailto:andersonheineken007@gmail.com)

### **Yagor Félix Domingos de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9422-933X>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [yagorfelixx@gmail.com](mailto:yagorfelixx@gmail.com)

### **José Regis Ferreira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1648-0937>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [regisferreira001@gmail.com](mailto:regisferreira001@gmail.com)

### **Joel Prado Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3011-1356>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [joelprado92@gmail.com](mailto:joelprado92@gmail.com)

### **Jonathan Favero Sironi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6201-0752>

Faculdade Luciano Feijão, Brasil

E-mail: [jonathanfsironi@gmail.com](mailto:jonathanfsironi@gmail.com)

### **Resumo**

A presente pesquisa visa abordar de forma complexa o sistema construtivo denominado de Steel Frame, analisando suas especificidades sobre seus aspectos construtivos, desde a viabilidade de adotar o sistema até a forma de aplicação nos diversos tipos de obras. A relação do Steel Frame com a sustentabilidade é o enfoque da pesquisa, sendo detalhadas as vantagens do sistema em relação aos benefícios acarretados ao meio ambiente, como: menor geração de resíduos sólidos na construção, diminuição de materiais para a execução de um mesmo tipo de obra, se comparado ao método construtivo convencional (alvenaria cerâmica para elementos de vedação e elementos estruturais de concreto armado). Por fim, a análise físico-financeira de uma edificação de 3 pavimentos, considerando os elementos componentes do sistema Steel Frame incluindo materiais e mão de obra específica, fazendo uma análise comparativa ao sistema convencional. A priori, utilizar-se-á como método de abordagem a pesquisa bibliométrica especializada no sistema a ser estudado, destacando as especificidades e elaborando parâmetros para análise de viabilidade.

**Palavras-chave:** Construção civil; Inovação; Sustentabilidade; Viabilidade.

### Abstract

The present research aims to approach the construction system called Steel Frame in a complex way, analyzing its specificities on its constructive aspects, from the feasibility of adopting the system to the form of application in the different types of works. The relationship between Steel Frame and sustainability is the focus of the research, detailing the advantages of the system in relation to the benefits to the environment, such as: lower generation of solid waste in construction, reduction of materials for the execution of the same type of work, if compared to the conventional construction method (ceramic masonry for sealing elements and structural elements of reinforced concrete). Finally, the physical-financial analysis of a 3-story building, considering the components of the Steel Frame system including materials and specific labor, making a comparative analysis to the conventional system. A priori, bibliometric research specialized in the system to be studied will be used as an approach method, highlighting the specificities and elaborating parameters for feasibility analysis.

**Keywords:** Civil construction; Innovation; Sustainability; Viability.

### Resumen

La presente investigación tiene como objetivo abordar de forma compleja el sistema constructivo denominado Steel Frame, analizando sus especificidades en sus aspectos constructivos, desde la factibilidad de adopción del sistema hasta la forma de aplicación en los diferentes tipos de obras. La relación entre Steel Frame y la sustentabilidad es el foco de la investigación, detallando las ventajas del sistema en relación a los beneficios al medio ambiente, tales como: menor generación de residuos sólidos en la construcción, reducción de materiales para la ejecución del mismo tipo de obra, si se compara con el método constructivo convencional (mampostería cerámica para elementos de sellado y elementos estructurales de hormigón armado). Finalmente, el análisis físico-financiero de un edificio de 3 pisos, considerando los componentes del sistema Steel Frame incluyendo materiales y mano de obra específica, realizando un análisis comparativo al sistema convencional. A priori, se utilizará como método de abordaje la investigación bibliométrica especializada en el sistema a estudiar, destacando las especificidades y elaborando parámetros para el análisis de factibilidad.

**Palabras clave:** Construcción civil; Innovación; Sustentabilidad; Viabilidad.

## 1. Introdução

A presente pesquisa aborda aspectos e especificidades inerentes ao sistema construtivo inovador denominado Steel Frame, detalhando desde os seus conceitos primários, sua origem até a aplicação prática de sua execução. No fim será executado um comparativo de planejamento físico-financeiro de uma obra realizada em Steel Frame, sempre comparando ao sistema convencional, e ter, por fim, uma ideia real das vantagens em adotar o novo sistema.

Buscar-se-á, de forma mais específica, atingir os seguintes objetivos secundários, que é realizar uma comparação física (praticidade do novo sistema, rapidez, limpeza da obra, redução de desperdício, de nº de trabalhadores) da execução da obra entre o Steel Frame e o sistema convencional; Apresentar uma análise orçamentária de uma obra padrão, comparando-a a uma obra feita com técnica Steel Frame; Comprovar o impacto positivo estrutural de uma edificação que adota o sistema construtivo em Steel Frame.

Segundo Crasto (2005), o sistema Ligh Steel Frame tem causado uma boa impressão ao mercado nacional, isso por conta de ser um método de construção que tem como característica principal o uso de perfis de aço formados a frio, e de subsistemas que torna a obra industrial e seca, facilitando a montagem e manuseio.

O sistema convencional é composto por conjunto complexos de variáveis durante a execução de um(a) projeto/obra, tais como: materiais, mão-de-obra, cronogramas, produtividade, qualidade, fornecedores, dentre outros aspectos, resultando em projetos dos mais variados possíveis, desde o viés qualitativo ao quantitativo, principalmente, quanto ao critério de custos da obra. O Steel Frame permite reduzir ou agilizar essas variáveis, garantindo qualidade através da padronização da execução da obra, promovendo rapidez e redução de custo. Somente o simples fato de reduzir desperdícios e sobras de material na obra, já resultam em uma obra enxuta, limpa, organizada e econômica.

O setor da construção civil no Brasil é muito adepto às construções executadas com os sistemas construtivos em concreto armado e alvenaria de vedação de tijolos cerâmicos (não estrutural), sobressaindo sobre os demais sistemas, entretanto, tais modelos tradicionais apresentam poucos ganhos em relação aos critérios: tempo de execução, controle de qualidade e,

principalmente, de sustentabilidade. Dado isso vem a justificativa de se abordar temas inovadores, visando quebrar paradigmas, barreiras contra a utilização de novas técnicas, enfim, gerar frutos positivos para o mercado da construção civil e para o meio ambiente (Salomão et al., 2019).

A pesquisa encontra-se dividida em duas partes principais: a primeira baseada na fundamentação teórica e na apresentação do tema de forma ampla, desde os conceitos básicos até a explanação das especificidades que regem o método construtivo. A segunda parte é delimitada com a análise e discussão dos resultados adquiridos pela pesquisa bibliométrica.

Com um método de construção que entrega maior rapidez, menor consumo de recursos naturais, menor geração de resíduos sólidos, e que fornece uma perspectiva de sustentabilidade para as construtoras, já é possível dizer que esse método de construção inovador já pode substituir o sistema convencional no Brasil, mais diretamente em Sobral – CE ?

O objetivo geral do trabalho é apresentar uma visão sustentável e de inovação sobre o sistema construtivo Steel Frame, promovendo a busca de novas alternativas de construção, aliado também a apresentar as suas vantagens e se há viabilidade ou não.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Conceitos de sistemas construtivos inovadores

O conceito inovação sugere a adoção de novas tecnologias, até de novos valores da nossa sociedade, de mudanças na forma de trabalho, quebrando paradigmas, utilizando novos materiais, ferramentas e insumos, bem como do convencimento das vantagens em adotar um novo sistema construtivo inovador. Algumas características, de imediato, se tornam de fundamental importância para a viabilização desse “novo método” de acordo com Quadro 1.

**Quadro 1** – Vantagens de Inovações.

<b>Rapidez</b>	O sistema deve apresentar uma economia de tempo de execução da obra se comparado ao sistema convencional, devido o menor número de etapas da construção pois, as peças veem prontas para montagem e ligação. Além de apresentar facilidade nas instalações elétricas e hidrossanitárias, pois a passagem dos eletrodutos e tubulações são feitas a partir de espaços visíveis nos montantes e guias metálicas, evitando rasgos, além de reduzir tempo de execução do trabalho pela mão-de-obra;
<b>Qualidade</b>	Precisa apresentar um padrão de qualidade igual ou superior às demais construções, no que diz respeito à durabilidade e segurança;
<b>Sustentabilidade</b>	As construções feitas por esse método reduzem a produção de resíduo durante a execução. Por essa razão, o ambiente de trabalho permanece limpo, facilitando também outras etapas. Outro aspecto importante é a redução do uso de recursos naturais, como a água. Para a execução do LSF quase não é necessária, exceto para a fundação e na produção de argamassa. Devido à grande quantidade de resíduos sólidos gerados pela construção civil, a problemática ambiental é uma preocupação constante dos responsáveis técnicos que atuam na área, daí a importância de tal questão no desenvolvimento de novos processos construtivos;
<b>Economia financeira</b>	Comparado ao sistema convencional, o LSF permite redução de custos através da otimização do tempo de montagem da estrutura podendo executar diversas etapas concomitantemente e, por ser uma estrutura leve, o custo da infraestrutura varia de 20% a 30% a menos que a do sistema convencional. A junção de todas as especificidades de qualquer que seja o sistema inovador deve apresentar um resultado econômico considerável, para que os seus processos sejam difundidos e o sistema seja exequível.

Fonte: ABCEM (2021).

Na atualidade existe diferentes métodos de se construir, onde cada um tem suas características, seja utilizando como insumo a madeira, metal, tijolo cerâmico, concreto, e entre outros, podendo as vezes ter a combinação desses insumos para a criação de um novo método de construção. Contudo, todo caso é um caso, onde deve ser analisado cada obra para ser definido o método mais vantajoso, levando em consideração aspectos como custos, prazos, segurança e qualidade final de entrega. A composição dos fatores citados acima, juntamente com as características expostas do tipo de obra dentre outras variáveis, será o fator determinante na escolha do sistema construtivo a ser adotado pela obra (Pereira et al., 2021).

A necessidade do desenvolvimento de métodos construtivos alternativos que contribuam para redução de resíduos no setor da construção civil guarda íntima relação ao amplo desenvolvimento tecnológico, por isso muitas pesquisas vem sendo desenvolvidas com novos materiais visando ampliando as concorrências dos fornecedores em geral, construtoras e necessitando conquistar mercados cada vez mais exigentes com custos, segurança, conforto, praticidade e sustentabilidade (Batista, 2022).

As empresas construtoras, devido às transformações dadas pelo crescimento do setor, estão sendo induzidas ao desenvolvimento de inovações ou à incorporação de inovações (dependendo da viabilidade do método construtivo a ser empregado) para manter a competitividade. Com isso, a aplicação do conceito de sistemas construtivos inovadores obriga às empresas a adotarem modelos para a gestão estratégica da inovação. Um deles é o *Steel Frame* (Ramos, 2019).

Com a implantação dessas culturas de inovação internas nas empresas, gerando desenvolvimento de ações que difundem os sistemas inovadores, uma série de benefícios são obtidos, atendendo aos pilares conceituais dos sistemas inovadores. Baseado em Penna (2009), a necessidade de haver alternativas que desenvolvam obras muito mais rápidas do que as obras convencionais se dão, principalmente, por muitos dos sistemas inovadores serem aplicados para obras populares, inseridas no PMCMV (Programa Minha Casa, Minha Vida), que precisam ser realizadas a um ritmo muito rápido, uma vez que o déficit habitacional brasileiro é muito grande, e por se tratar de uma questão prioritária para o Governo Federal.

A adoção de soluções ambientalmente sustentáveis, não acarreta em um aumento de preço, principalmente quando adotadas durante as fases de concepção do projeto. Em alguns casos, podem até reduzir custos, uma vez que, mesmo que a implantação de um sistema sustentável gere um custo inicial, esse ônus é dissolvido no decorrer da obra e os benefícios gerados apresentam um ganho superior ao gasto inicial gerado, devido à alta produtividade do sistema LSF Salomão et al. (2019). Vale destacar que o sistema inovador por apresentar processos bem definidos, como uma indústria, só se torna eficiente se a análise das características do empreendimento é eficiente, para que a escolha do método a ser desenvolvido seja a correta, atendendo aos parâmetros já destacados.

## 2.2 Origem e características do *Steel Frame*

A origem do sistema também comumente conhecido como *Light Steel Framing* remonta ao século XIX, surgiu como uma forma de suprir a demanda por novas habitações que surgiu por conta de catástrofes naturais ocorridas naquela época e que os métodos tradicionais sozinhos, não teriam como suprir, então optou-se pela adoção de métodos construtivos rápidos, práticos e que utilizassem materiais locais para a produção das habitações.

Nesse sentido, o *Light Steel Frame* (LSF) pode melhorar o conforto térmico e acústico, aumentar a vida útil da edificação, reduzir resíduos de construção, diminuir o tempo de construção, entre outras vantagens, uma vez que o LSF utiliza uma tecnologia construtiva que permite um planejamento mais eficiente de todas as etapas construtivas, assim como o controle da qualidade e quantidade de insumos utilizados na obra. (Lagoa et al., 2021).

Rocha (2017) cita a inclusão do termo *light* à nomenclatura do sistema construtivo, quer dizer leve. Uma vez que uma das principais características positivas do método *Steel Frame* ou *Light Steel Frame* (LSF) é a redução significativa do peso próprio às demais edificações, resultando em uma construção com esqueleto de aço.

As principais características do LSF, estão relacionados a limpeza dos canteiros, por se tratar de uma forma construtiva a seco, conhecida como *drywall*, dispensando o uso de concreto e cimento, o sistema se torna sustentável, diminuindo a geração de resíduos sólidos dentro da obra; redução da mão-de-obra: necessita apenas de montadores das placas de aço, exigindo um grau de capacitação e treinamento, mas diminuindo significativamente o número de operários; leveza da edificação: a influência do aço mantém a estrutura leve, sendo bastante significativo para edificações com mais de um pavimento, além de melhorar bastante a resistência contra agentes externos e modulação nos revestimentos: assim como a estrutura do sistema, com módulos

em aço, os revestimentos internos e externos das paredes possuem as mesmas características, são montados no local da obra. Vale destacar ainda, que esse tipo de construção sofre menos problemas de patologias construtivas (Lagoa et al., 2021).

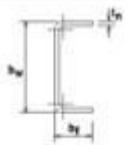
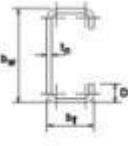
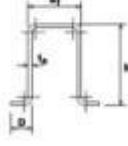
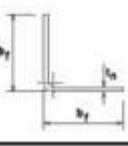
Os aspectos particulares que diferenciam o LSF dos sistemas construtivos convencionais é a sua composição por elementos ou subsistemas (estruturais, de isolamento, de acabamentos interiores e exteriores, de instalações, etc.) funcionando em conjunto, apresentando em relação à construção convencional, além das vantagens já destacadas, material mais resistente à corrosão, maior precisão na montagem de paredes e pisos, material 100% reciclável e incombustível e qualidade do aço garantida pelas grandes siderúrgicas nacionais (Ribeiro & Carvalho, 2018).

### 2.3 Elementos gerais componentes do sistema

Para a execução do sistema é preciso entender a característica de industrialização, com a montagem dos subsistemas em processos interdependente e com uma sequência construtiva bem delimitada, gerando um controle maior sobre o produto que está a ser desenvolvido, garantindo qualidade e durabilidade. Para fins de conhecimento geral do sistema, o *Light Steel Frame* é subdividido em duas categorias macro, que serão brevemente detalhadas a seguir. Essas categorias possuem características bem delimitadas e devem seguir uma sequência de execução:

- **Estrutura da edificação:** a estrutura de uma obra de LSF é composta por perfis de aço galvanizado, que formam o esqueleto de paredes autoportantes, instaladas na vertical como pilares e na horizontal como montantes, desprezando a necessidade de pilares e vigas de maiores dimensões, conforme Figura 1.

**Figura 1:** Perfis de aço galvanizado e suas utilizações.

Seção Transversal	Série Designação NBR 6355:2008	Utilização
	Perfil U simples U $bw \times br \times tn$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	Perfil U enrijecido U $bw \times br \times tn$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Perfil Cartola Cr $bw \times br \times D \times tn$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L $bf1 \times br2 \times tn$	Cantoneira

Fonte: ABNT NBR 15.253 (2014)

Penna (2009), cita que, no dimensionamento dos elementos estruturais é empregado o conceito de cargas distribuídas para distribuição dos esforços gerados pela edificação. A exemplificação dos elementos estruturais na Figura 1 se tem a real noção da montagem do esqueleto da edificação com todos os seus componentes.

- **Fechamento e acabamentos:** existem dois tipos de fechamentos, interno e externo, ambos necessitando de acabamentos durante a montagem *in loco*.

É comum afirmar que existe unanimidade na escolha do material para a execução dos acabamentos. Para o fechamento interno se utiliza gesso acartonado, e para o externo é aplicado placa cimentícia, conforme mostrado nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

**Figura 2** – Fechamento interno com gesso acartonado.



Fonte: Penna (2009).

**Figura 3** – Fechamento externo com placa cimentícia.



Fonte: Penna (2009).

Como se trata de materiais já fabricados, isso faz com que esse modo de construção se torne mais produtivo nessa etapa da obra, onde as placas cimentícias e o gesso acartonado chegam prontos para serem instalados.

#### 2.4 Aplicação do *Steel Frame* no Brasil

No Brasil, país em que a construção de pequenas edificações ainda ocorre de forma convencional, o *Light Steel Frame* ainda não possui uma aceitação tão grande pelo mercado da construção civil, diferentemente de países com grande grau de

desenvolvimento, como Estados Unidos, Inglaterra, Austrália, Japão e Canadá, onde o sistema já é amplamente utilizado há mais de 30 anos, gerando todos os benefícios já destacados (Penna, 2009).

“Aqui no Brasil, o sistema foi trazido pela iniciativa privada a princípio para edificações residenciais de alto padrão, mas atualmente já é possível encontrar empresas que incentivam a construção de suas edificações com este método construtivo. A franquia de hambúrgueres Mc Donald’s e a Ipiranga Produtos de Petróleo, que atua no varejo de combustíveis em geral, promovem a execução de obras com esse sistema construtivo como forma de minimizar o tempo de obra e acelerar a maturação dos pontos de venda, além dos aspectos ambientais [...]” (Campos, 2014, p.65).

Como a maioria dos métodos construtivos inovadores, no Brasil, a aplicação majoritária desses sistemas é em conjuntos habitacionais de casas populares, financiados pelo Governo Federal através de seus bancos, uma vez que as obras devem apresentar grande velocidade. Com isso, segundo Campos (2014), no nicho de habitação popular é possível encontrar alguns conjuntos habitacionais construídos com a aplicação do *Light Steel Frame*, de acordo com Figura 4.

**Figura 4** – Casas populares em Ponta Grossa (Paraná).



Fonte: Campos (2014).

A Caixa Econômica Federal estimula a utilização do método no país. Em 2003 foram lançadas diretrizes para o sistema através da publicação “Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aço revestido (*Steel Framing*) – requisitos e condições mínimos para financiamento pela CAIXA”, adotando parâmetros e requisitos mínimos para o financiamento de casas executadas com o sistema (Campos, 2014). Assim, torna-se relevante destacar os fatores que impactam diretamente na execução de um sistema construtivo não tão conhecido pela população, com o intuito de incentivar a sua aplicação e posteriormente, desenvolver ajustes ou adequações para o método.

### 3. Metodologia

Um dos focos da Bibliometria se concentra em analisar a produção científica existente sobre determinados assuntos a partir de métodos estatísticos e matemáticos Araújo (2006). Com isso, nesse estudo foi realizado uma pesquisa bibliométrica. De acordo com Alves e Aquino (2012), no campo dos estudos sociais, a pesquisa qualitativa pode ser entendida como práticas destinadas a compreender, interpretar e explicar um conjunto delimitado de vários acontecimentos, que resultam em múltiplas interações, dialeticamente consensuais e conflitivas, dos indivíduos, ou seja, os fenômenos sociais. Os procedimentos para atingir os objetivos propostos no projeto são baseados em métodos qualitativos.

Neste estudo, foram utilizados artigos publicados no Google Acadêmico, espaço muito utilizado para publicação de trabalhos. Com isso, o estudo registrou 8 artigos relacionados ao tema de pesquisa, publicados entre os anos de 2018 a 2021.

Dentre os artigos publicados, a seleção das publicações foi baseada nos seguintes termos: Steel Frame, Steel Frame na Construção Civil, economia, Sustentabilidade, Modernização, Vantagens e Desvantagens.

Como foco central diante do estudo, identificar os dados mais importantes, para obter respostas sobre a viabilidade do steel frame em comparação com o método de construção convencional. Os dados coletados foram tabulados com o auxílio do Microsoft Office Excel, onde foi desenvolvido quadros para análise dos resultados, os quais foram analisados tendo como eixo alguns autores e dados que tratam da teoria estudada.

#### 4. Resultados e Discussão

A seção de apresentação e análise dos resultados consiste em sintetizar as principais informações colhidas a partir do referencial bibliométrico citado no trabalho, para que a partir desses conceitos, resultados e conclusões possam ser retiradas de forma mais específica, visando satisfazer os objetivos pré-estabelecidos no início da pesquisa.

A partir da análise dos artigos foi possível ver a importância da modernização das obras utilizando o *Light Steel Frame*, compreendendo também o papel de sustentabilidade que esse método pode entregar, fazendo uma comparação com o sistema convencional, podendo-se concluir qual é mais vantajoso e que vale a pena ser trabalhado levando em conta esses aspectos, com base nos artigos abordados no Quadro 2.

**Quadro 2:** Steel Frame, Construção Civil, Sustentabilidade, Modernização, Vantagens.

Autor	Título	Objetivos
Oliveira, Sanches & Pinheiro, 2021.	Uma análise comparativa sobre o custo-benefício do steel frame e da alvenaria estrutural em um projeto condominial.	Analisar a relação de custo-benefício da utilização do sistema estrutural steel frame em comparação com o sistema estrutural de alvenaria em um projeto condominial na cidade de Manaus/AM.
Teixeira & Simplicio, 2018.	A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame	Listar alguns pontos fundamentais para o entendimento como origem, histórico, vantagens e desvantagens, sistematização e uma rápida comparação do novo método de construção com o método usado atualmente por todo Brasil.
Guimarães, Silva, & Ribeiro, 2019.	Vantagens Ambientais do sistema construtivo light steel Framing no segmento de Construção Civil	Realizar uma análise sobre o mercado da construção civil, com foco nos aspectos ambientais em procedimentos que podem ser utilizados nesse setor para alcançar menor desgaste.
Rosignoli & Gaspar 2021.	Construção em Light steel frame: Uma Forma mais sustentável e rápida para habitações populares	Analisar a viabilidade financeira e técnica da construção de habitações em steel frame em habitações populares na cidade de Campinas. 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.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na visão de Teixeira e Simplicio (2018) é preciso de uma modernização no método escolhido da construção civil no Brasil, pois é visto que nas áreas como aparelhos, equipamentos e técnicas são cada vez mais evoluídas, fazendo com que o sistema convencional de construção utilizando alvenaria fique ultrapassado.

A necessidade da busca de novidade para métodos e tecnologias diferentes para a área de construção civil, pois levando em conta o método *Steel Frame* pode trazer vários benefícios no âmbito social, onde se trata de uma construção modular, industrializada e que tem capacidade de entregar uma rapidez mesmo com uma alta demanda de construção, facilitando a execução por exemplo de projetos governamentais de residências de padrão popular em larga escala e projeto condominial (Oliveira et al., 2021).

Com a modernidade por esse método de construção, estará propício a favorecer o meio ambiente, visto que com LSF evitará o alto desperdício de materiais como tijolos e água, se tornando um meio muito mais sustentável comparado com a de alvenaria convencional (Rossignoli & Garpar, 2021).

O conceito de sustentabilidade no meio da construção civil, de acordo com Pereira, Coelho & Silva (2018), está ligado à concepção e o conjunto das atividades relacionadas ao empreendimento em seu ciclo de vida, que devem contemplar a minimização dos impactos ambientais, maximização dos benefícios sociais e a viabilidade econômica. Uma vez que, as construções são unidades de composição das cidades e não podem ser consideradas separadamente do espaço urbano, daí a necessidade de haver a relação sustentável entre espaço urbano e projeto, atendendo ao tripé: ecologicamente correto; socialmente justo; e economicamente viável.

Dentre as características que formam o tripé de sustentação do conceito de sustentabilidade é possível constatar que o sistema apresenta características sociais justas, uma vez que oferece condições favoráveis para uma moradia digna e nesse sentido, várias pesquisas ressaltam as vantagens do sistema LSF, conforme Quadro 3.

**Quadro 3:** Steel Frame, Construção Civil, Sustentabilidade, Modernização, Vantagens.

Autor	Títulos	Objetivos
<b>Ribeiro &amp; Carvalho, 2018.</b>	Vantagens em adotar o light steel frame: Comparativo entre o método construtivo Light Steel Frame e o método convencional de alvenaria	Disponibilizar informações sobre o sistema construtivo LSF, apresentando as vantagens e desvantagens em relação ao método convencional e, através de um planejamento orçamentário, apresentar os custos para o desenvolvimento de uma residência popular.
<b>Prates &amp; Conforte, 2019.</b>	O uso do sistema Steel Frame como alternativa para melhor produtividade na Construção Civil.	Fazer uma análise comparativa entre os custos construtivos da utilização da alvenaria tradicional e com o uso do Steel Frame, apresentando suas vantagens e desvantagens.
<b>Salomão et al., 2019</b>	Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel framing: um estudo de caso em residência uniufamiliar em Teófilo Otoni, MG.	Comparar o sistema Light Steel Framing e Alvenaria Convencional através de um projeto de uma residência modelo de um pavimento com intuito de apresentar os principais diferenciais entre estes sistemas construtivos em residências unifamiliares.
<b>Pereira, Coelho &amp; Silva, 2018</b>	Light steel framing: desempenho térmico.	Avaliar o desempenho térmico das vedações de Light steel framing em comparação alvenaria convencional, descrevendo cada material que é utilizado na execução de cada tipo de vedação, juntamente com as normas que referenciam cada uma na sua fabricação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

É possível destacar que o Steel Frame além de ser sustentável e inovador, possui vantagens comparado ao método de alvenaria convencional, podendo ajudar na economia de uma determinada construção. O defensor do sistema inovador o defende e aponta tal método como a solução para todas as edificações a serem construídas a partir desse momento. Já as pessoas que não são adeptas às inovações, utilizam argumentos ultrapassados para justificarem a não utilização dos sistemas inovadores, alegando que, diferentemente do sistema convencional, os sistemas inovadores apresentam diversas limitações de implantação.

Segundo Freitas e Castro (2006), dentre as vantagens desse método, o conceito de obra limpa está relacionado à pouca geração de resíduos sólidos, devido à redução de desperdícios, pelo fato da industrialização do sistema e padronização dos processos construtivos em todas as etapas, que define a construção a seco, dispensando etapas de produção que exijam mão-de-obra artesanal, reduzindo também, com isso, o número de etapas construtivas, o que contribui diretamente com o cronograma geral do empreendimento, diminuindo o tempo de obra consideravelmente.

A facilidade de montagem e manuseio está baseado na leveza das peças que constituem a estrutura. Por elas serem padronizadas, a mão-de-obra especializada consegue montá-la in loco de forma rápida e eficiente, seguindo apenas as especificações técnicas do fornecedor Milan et al., (2011). Outro fator bastante positivo, está relacionado à facilidade na colocação das instalações elétricas e hidrossanitários, pelo fato de os elementos estruturais serem vazados e permitir a passagem

de tubos e eletrodutos, além de garantir uma manutenção mais prática, sem a necessidade de quebrar a parede, mas apenas recortá-la com máquina de corte especializada.

As desvantagens do sistema, como em qualquer outro sistema inovador, conforme já foi dito, estão relacionados ao receio e tradicionalismo do mercado da construção civil, que não aceitam facilmente a substituição do convencional, além de demandar uma mão-de-obra especializada e que não se encontra facilmente em pequenas cidades.

Ao analisar a viabilidade econômica dos sistemas de alvenaria convencional e Light Steel Framing foi possível observar diferenças no valor final da obra, para o sistema convencional foi necessário R\$ 28.991,79 enquanto o Light Steel Framing necessitou de R\$ 34.238,19. Mas quando se procura rapidez na entrega da obra, a diferença física entre os dois tipos de obra é bastante significativa, com uma redução cronológica de 38,21 vezes se comparado ao convencional (Salomão et al., 2019).

Então, cabe ao cliente da construção identificar as necessidades do objeto da edificação, como tempo, quantidade de pavimentos, orçamento, sustentabilidade, mão de obra especializada disponível, para que, com isso, realize a escolha de qual método construtivo será utilizado.

## 5. Considerações Finais

A escolha de um sistema alternativo de construção não é algo simples, pois depende de muitas variáveis incluindo custo e prazo. Todo esse processo, resulta de uma série de observações, com destaque para análise físico-financeiro: limitações estruturais, tendo em vista que qualquer projeto inovador ainda sofre com características estruturais, no que diz respeito a edificações de muitos pavimentos já que o Steel Frame tem o limite de 4 pavimentos; dificuldade de fornecedores especializados por se tratar de uma obra “especial”, os elementos constituintes possuem características específicas que devem se adequar à construção; treinamento de mão-de-obra, pois pela necessidade de elementos diferenciais a equipe montadora também precisa de uma atenção especial e treinamento especializado.

Apesar dessas dificuldades, a demanda por obras é sempre crescente e dessa forma o volume tende a reduzir o preço final, tornando o sistema mais eficiente. A abertura de fábricas especializadas em região de crescimento acelerado e formação profissional especializada na montagem do sistema torna o processo mais dinâmico e popular. Outra análise que deve ser considerada, diz respeito ao custo-benefício do uso do sistema construtivo para condomínios de casas populares, uma vez que todo o custo superior unitário é recompensado pela agilidade que o próprio método proporciona, daí a sua vasta utilização em obras do Programa Federal Minha Casa, Minha Vida.

Construções com LSF são economicamente viáveis, embora o desembolso de capital para este método construtivo seja mais intenso, devido ao valor total da obra. Mas, o mesmo proporciona maior agilidade de execução, com retorno imediato. Nos quesitos de qualidade e funcionalidade da construção, é mais provável obter melhores resultados com o LSF devido ao fato de se utilizar elementos isolantes como a lã de vidro ou de rocha, e o acabamento das paredes e do forro em drywall facilita a colocação de revestimentos ou pintura, entre outros pontos positivos.

Dessa forma, a relação entre homem e meio ambiente é imprescindível para garantir eficiência energética, hídrica e de materiais. Soluções inovadoras passam a ser de extrema importância de acordo com as necessidades de mudanças nas maneiras de projetar, construir e operar edificações, melhorando o uso de materiais escassos, de forma a tornar as edificações eficientes ao longo do tempo. Portanto, propõe-se que novos trabalhos sejam desenvolvidos a fim de garantir a propagação de novas ideias que promovam melhorias aos sistemas convencionais tornando-os mais sustentáveis e/ou criando outros sistemas ainda mais eficientes.

## Referências

- ABCEM. (2021). Light Steel Framing: o modelo de construção flexível para todos os projetos. Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM). <https://www.abcem.org.br/site/blog/light-steel-framing-o-modelo-de-construcao-flexivel-para-todos-os-projetos>.
- ABNT (2014). NBR 15253. Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais. <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/24619/identificar/visitante>.
- Alves, E. C., & Aquino, M. (2012). A pesquisa qualitativa: origens, desenvolvimento e utilização nas dissertações do PPGCI/UFPB - 2008 a 2012. *Informação & Sociedade: Estudos*, 22, número especial, 79-100. <http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/91172>.
- Araújo, C. A. A. (2006). Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, 12(1), 11-32. <https://www.seer.ufg.br/index.php/EmQuestao/article/view/16>.
- Batista, M. L. (2022). Gestão de resíduos na construção civil: ênfase no desenvolvimento sustentável. *Brazilian Journal of Development*. 8 (4) 23356-23373. DOI:10.34117/bjdv8n4-042
- Campos, P. F. (2014). Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. *Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo*.
- Crasto, R. C. M. (2005). Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing. *Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para obtenção do título de Mestre em Construções Metálicas*.
- Freitas, A. M. S., & Castro, R. C. M. (2006). Steel Framing: Arquitetura. Instituto *Latinoamericano del Fierro y el Acero – ILAFA*. [http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/manual\\_steel\\_framing\\_arquitectura.pdf](http://www.arquitecturaenacero.org/sites/default/files/adjuntos/manual_steel_framing_arquitectura.pdf)
- Guimarães, M. M., Silva C, V., & Gonçalves, J. R. M. R (2019). Vantagens ambientais do sistema construtivo light steel framing no segmento de construção civil. *Revista Tecnológica da Universidade Santa Úrsula*, 2 (1), 39-54. <http://revistas.icesp.br/index.php/TEC-USU/article/view/747/533>
- Lagoa, D. C., Cruz, C. S., Ferreira, T. V., Bôas, I. C. C. V., Duarte, T. R. G. Gerude Neto, O. J. A. Gerude, M. S., & Pereira, D. R. (2021). Light Steelframe como alternativa ao sistema convencional de construção, visando a redução de patologias construtivas. *Brazilian Journal of Development*. 7 (4) 36406-36422. 10.34117/bjdv7n4-211
- Milan, G. S., Novello, R. V., & Reis, Z. C. A (2011). Viabilidade do sistema light steel frame para construções residenciais. *Revista Gestão Industrial*, 7 (1), 189-209. <https://doi.org/10.3895/S1808-04482011000100010>
- Oliveira, F. M., Sanches, A. E., & Pinheiro, E. C. N. M. (2021). Uma análise comparativa sobre o custo-benefício do steel frame e da alvenaria estrutural em um projeto condominial. *Brazilian Journal of Development*. 7 (12) 113979-113993. 10.34117/bjdv7n12-262
- Prates, B. T., & Conforte, M. E. (2019). O uso do sistema Steel Frame como alternativa para melhor produtividade na Construção Civil. *Boletim do Gerenciamento*, 9 (9) 35-44. <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/248>
- Penna, F. C. F. (2009). Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática. *Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Construção Civil*.
- Pereira, A. C., Coelho, D. S., & Silva, F. N. (2018). Light Steel Framing: desempenho térmico. *Revista Científica de Engenharia Civil*. 1 (1) 24-35. <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/reciec/article/view/3328/1619>
- Pereira, F. C., Pinheiro, E. C. N. M., & Alves, R. B. (2021). Materiais de construção alternativos. *Brazilian Journal of Development*. 7 (11) 109965-109981. 10.34117/bjdv7n11-564
- Ramos, V. M. K. (2019). Avaliação do ciclo de vida dos materiais de uma habitação de interesse social em alvenaria convencional, light steel framing e light wood framing. *Dissertação apresentada, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Gestão Tecnológica*.
- Ribeiro, V. M., & Carvalho, L. C. (2018). Vantagens em adotar o light steel frame: Comparativo entre o método construtivo Light Steel Frame e o método convencional de alvenaria. *Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas*. <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/644>
- Rocha, P. P. (2017). Steel frame: tecnologia na construção civil. *Revista Científica FacMais*. 8 (1) 225-242.
- Rosignoli, M., & Gaspar, G. A. M. G. (2021). Construção em light steel frame: Uma Forma mais sustentável e rápida para habitações populares. *Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas*. <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/2273>
- Salomão, P. E. A., Soares, A. D. A., Lorentz, L. P. A., & Paula, L. T. G. (2019). Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel framing: um estudo de caso em residência unifamiliar em Teófilo Otoni, MG. *Research, Society and Development*. 8(9), e14891268. 10.33448/rsd-v8i9.1268.
- Teixeira, L. A. S., & Simplicio, M. C. A. (2018). A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame. *Boletim do Gerenciamento*. 2 (2) 1-11. <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/46>