



Avaliação dos benefícios da adoção do sistema construtivo em alvenaria convencional aliado ao Light Steel Frame.

Alcides Santana Neto, Douglas Pereira Cunha, Gustavo Resende Araújo, Josimar Rosa dos Reis, Leo Humberto Rodrigues Junior, Tatiana Pereira Moisés Borges

(alcidessantana93@gmail.com) (douglaspereiracunha16@gmail.com) (gustavoarau121@hotmail.com)
(josimardosreis@yahoo.com.br) (leohumberto5k@gmail.com) (tatiana.borges@mosaicco.com)

Professor orientador: Harley Francisco Viana (harley.viana@prof.una.br)

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

A constante evolução na construção civil exige adaptabilidade e inovação. O modelo Light Steel Frame, resultante do aprimoramento das técnicas construtivas e da inovação tecnológica, surge como uma opção relevante. Este estudo de caso visa analisar duas metodologias amplamente utilizadas: a alvenaria convencional e o sistema Steel Frame. Ao focar no décimo oitavo pavimento de um edifício comercial de 82 metros e 26 pavimentos, serão examinadas as principais características de cada sistema, considerando prazos, custos e aplicabilidade. A partir desse estudo é avaliado as particularidades de uma obra que emprega ambos os métodos construtivos, destacando as vantagens e desvantagens. Conclui-se que o sistema Steel Frame, por apresentar um bom custo-benefício em relação às horas trabalhadas, vantagens expressivas e capacidade de minimizar as desvantagens da alvenaria convencional, tem potencial para se estabelecer como o principal sistema construtivo no mercado brasileiro. No entanto, uma abordagem "mista" - alvenaria convencional aliada ao Light Steel Frame - emerge como uma excelente alternativa para aqueles que buscam obter economia de tempo e recursos, bem como flexibilidade de design.

Palavras-chave: Construção civil. Alvenaria convencional. Light Steel Frame. Sistema construtivo.

1. INTRODUÇÃO

Junto com avanços na tecnologia e melhorias nas técnicas de construção, surgiu nos Estados Unidos o método construtivo conhecido como Steel Frame. Esse modelo teve sua estreia na Feira Mundial de Chicago, em 1933, com o primeiro protótipo de uma casa feita com essa técnica, sendo proposto como uma alternativa ao uso predominante de madeira (sistema Wood Frame), oferecendo o aço como substituto. A partir desse ponto, o sistema foi aprimorado e gradualmente ganhou aceitação no mercado, especialmente devido ao alto custo da madeira para a construção na época.

Light Steel Frame (LSF), também chamado de construção a seco, é um sistema construtivo baseado em painéis reticulados, isto é, painéis formados por barras, em aço galvanizado, e tem como principal característica a leveza da estrutura, o alto índice de industrialização, o baixo consumo de água e a menor geração de resíduos na construção (SOARES, 2021).

No Brasil, o método construtivo mais amplamente adotado é a alvenaria, caracterizada pela utilização de blocos cerâmicos para o fechamento dos vãos entre os pilares de concreto armado. Essa escolha é motivada pela diversidade de materiais disponíveis, pela eficácia na estanqueidade, pelo desempenho notável em termos termoacústicos e pela exigência de uma qualificação relativamente menor da mão de obra. No entanto, é importante salientar que a execução desse método demanda esforço físico mais acentuado e está associada a taxas elevadas de descarte e perda de materiais (SCHEIDEGGER, 2019).

A alvenaria hoje é o principal elemento de vedação vertical utilizado na construção civil brasileira. A utilização da alvenaria tornou-se uma questão cultural do construtor, que muitas vezes cria um bloqueio a novas tecnologias construtivas (SIMAS, 2011).

De acordo com Barros (2019), apesar da alvenaria convencional ser muito utilizada, é comum que esta seja executada de forma incorreta, sem projeto e com decisões tomadas na obra. Tal realização gera a utilização inadequada e desperdício de materiais e de mão-de-obra, o que faz com que a alvenaria deixe de ser, algumas vezes, um método construtivo economicamente vantajoso para a elaboração de vedações verticais.

De acordo com Campos (2014), o sistema LSF foi introduzido no Brasil por meio de iniciativas privadas, inicialmente destinado a edificações de alto padrão. No entanto, atualmente, já é possível encontrar empresas que incentivam a adoção desse sistema na construção de edificações em diversos segmentos. Segundo Cardoso e Barros (2016), os construtores têm enfrentado a necessidade de investir em métodos mais eficientes que resultem em produtos de alta qualidade, com redução de custos e tempo, ao mesmo tempo em que buscam não impactar negativamente o meio ambiente. Essa busca por eficiência é impulsionada pela necessidade de garantir a permanência no mercado.

Além disso, o sistema proporciona uma abordagem de construção a seco, caracterizada por uma execução mais rápida e um controle de qualidade aprimorado. Sua característica distintiva reside na industrialização do processo produtivo, o que contribui para minimizar a ocorrência de atrasos na entrega final da obra. A industrialização nesse contexto significa a produção de componentes de maneira padronizada e eficiente, muitas vezes em ambiente controlado, antes de serem transportados para o local, como destacado por Pedroso et al. (2014).

Conforme destacado por Santiago, Freitas e Castro (2012), esse método se apresenta como uma alternativa que pode se adaptar de maneira eficaz às demandas da construção. Klein e Marozeni (2013), em sua pesquisa, descrevem o LSF como um sistema composto por uma estrutura de perfis de aço galvanizados formados a frio, utilizados na construção de quadros estruturais e não estruturais, vigas de piso, lajes e outros componentes essenciais da edificação.

Considerando este contexto, o propósito deste artigo é realizar uma análise crítica da utilização de dois métodos construtivos em um empreendimento comercial: a alvenaria convencional aliada ao sistema Light Steel Frame. Esta análise abordará suas vantagens, desvantagens, viabilidade econômica, prazos de entrega, e destacará a viabilidade da construção "mista".

Para atingir esse propósito, será realizado um estudo de caso, em um empreendimento que emprega tanto a alvenaria convencional quanto o Light Steel Frame, este último aplicado na estrutura interna, para dividir espaços, conforme demanda do cliente. A obra analisada é um edifício comercial, de 82m de altura, com 26 pavimentos, situado na cidade de Catalão/GO, conforme mostrado nas figuras 1 e 2. A análise será realizada considerando uma parede de 17,5m² do décimo oitavo pavimento do edifício, pois o mesmo é o mais completo da obra, até o momento. Os registros e acompanhamento da obra se deu em março de 2023.

Figura 1 – Edifício em construção



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 2 – Maquete do edifício



Fonte: Elaborado pelos autores

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistema construtivo em alvenaria convencional

De acordo com Silva e Moreira (2017), a alvenaria convencional é um método construtivo que emprega concreto armado na fabricação de elementos estruturais cruciais, tais como vigas, pilares, lajes e fundações. Esses elementos desempenham o papel fundamental de proporcionar suporte tanto para as cargas decorrentes do uso específico da edificação, ajustadas de acordo com as características de cada ambiente, quanto para o peso próprio da estrutura.

No âmbito da alvenaria convencional, a vedação dos vãos é realizada por meio da combinação de tijolos cerâmicos ou de concreto, argamassa e revestimento. Esse processo de fechamento dos espaços entre os elementos estruturais não apenas confere estabilidade à construção, mas também contribui para a finalização estética e funcional da edificação. Dessa forma, a integração de concreto armado e alvenaria tradicional destaca-se como uma abordagem sólida e versátil na concepção e execução de estruturas residenciais e comerciais (SILVA e MOREIRA, 2017).

Portanto, a alvenaria convencional é um método construtivo que continua desempenhando importante papel na construção civil devido à sua durabilidade, versatilidade, capacidade de isolamento e sustentabilidade. Sua relevância persiste, e sua aplicação continua a evoluir à medida que novas tecnologias e materiais são incorporados, permitindo que esse método construtivo clássico se adapte às demandas contemporâneas da arquitetura e engenharia.

Segundo Simas (2011), os elementos de alvenaria mais utilizados nas construções do Brasil são a argamassa dosada em obra e o bloco de concreto, isto se deve a tradição existente na utilização destes elementos na composição da alvenaria.

2.1.1. Aspectos positivos e negativos da alvenaria convencional

A relevância da alvenaria convencional está intrinsecamente ligada a diversos aspectos, que vão desde a sua durabilidade até a sua adaptabilidade a diferentes condições e estilos arquitetônicos. Um dos aspectos mais notáveis da alvenaria convencional é a sua durabilidade. Quando construída de maneira adequada, com materiais de qualidade e técnicas de execução apropriadas, as estruturas de alvenaria podem resistir ao teste do tempo. Esse atributo é especialmente valioso para edificações que visam permanecer sólidas e funcionais ao longo de décadas ou mesmo séculos (AMBROZEWICZ, 2012).

A alvenaria convencional também oferece benefícios em termos de isolamento térmico e acústico, contribuindo para o conforto ambiental das edificações. As paredes de alvenaria têm a capacidade de reter o calor e o som, proporcionando um ambiente interno mais agradável e eficiente energeticamente. Outro ponto relevante é a sustentabilidade. A alvenaria convencional, quando emprega materiais locais e de baixo impacto ambiental, pode ser considerada uma opção sustentável. Além disso, a durabilidade das estruturas reduz a necessidade de manutenção frequente e, conseqüentemente, o desperdício de recursos.

Apesar das vantagens é preciso destacar as desvantagens, conforme exposto por Santiago (2010 apud CASSAR, 2018, p. 18) sistemas convencionais de construção como a alvenaria, possuem características pouco vantajosas como: são produzidos de forma lenta e precisam de uma mão de obra em maior quantidade; grande desperdício de material utilizado; falta de padronização da execução do trabalho; dificuldade na fiscalização e controle de qualidade dos serviços prestados, assim como a necessidade de um bom planejamento no momento da execução.

2.2. Sistema construtivo Light steel frame (LSF)

O termo "light steel frame" (LSF) refere-se a um sistema construtivo que se caracteriza pela utilização de estruturas compostas por perfis em aço galvanizado. Esses perfis desempenham um papel fundamental como mecanismo de resistência às cargas geradas durante a execução da construção. Entretanto, é importante notar que o LSF é uma metodologia construtiva ainda pouco difundida no Brasil, onde as técnicas construtivas tradicionais ainda predominam.

No contexto do light steel frame, a estrutura é projetada de modo a proporcionar eficiência e leveza, garantindo simultaneamente robustez e resistência. A aplicação de perfis em aço galvanizado confere durabilidade ao sistema, uma vez que o material é resistente à corrosão. Apesar de suas vantagens, a adoção do LSF enfrenta desafios de implementação devido à predominância das técnicas construtivas tradicionais no cenário brasileiro. Contudo, a crescente busca por soluções mais eficientes e sustentáveis tem suscitado um interesse crescente por métodos construtivos inovadores, como o light steel frame (SANTIAGO et. al, 2012).

Mesmo sendo um produto que atrela materiais de qualidade, o steel frame apresenta algumas desvantagens no Brasil. Dentre as desvantagens, pode-se citar: custo mais elevado, em alguns modelos de obra (ex: quando o vão é mais livre, tem que utilizar mais aço, tornando a construção mais cara); falta de mão de obra especializadas; falta de alguns materiais no mercado brasileiro, por mais que está havendo um crescimento ainda é deficiente; empresas em desconformidade com a norma de perfis ou seja sem os requisitos mínimos de espessuras e zincagem (proteção contra ferrugem); aumento excessivos nos custos de aço; desconfiança do consumidor, por se tratar de um sistema ainda pouco conhecido (FRAME, 2023).

A eficiência da construção civil pode ser substancialmente aprimorada com a adoção dessas estruturas, uma vez que a rapidez na execução não compromete a qualidade do resultado final. Além disso, a consistência proporcionada pelos sistemas construtivos baseados em estruturas metálicas contribui para redução de desperdícios e otimização dos recursos, resultando em uma construção mais sustentável. A facilidade de transporte das estruturas metálicas não apenas simplifica a logística no canteiro de obras, mas também agrega flexibilidade ao processo construtivo, permitindo uma resposta ágil a diferentes demandas. Assim, a proposta de incorporar estruturas metálicas nas edificações representa não apenas uma evolução técnica, mas também uma estratégia para promover eficiência e modernização no panorama da construção civil (PAVESI; PFUTZENREUTER, 2017).

Conforme mencionado, o sistema construtivo LSF é essencialmente caracterizado pela utilização de perfis em aço galvanizado, moldados a frio. De acordo com Campos (2014), esse método pode ser enriquecido pela associação de outros elementos, como tiras de madeira orientada, chapas gousset e fitas, com o propósito de proporcionar contribuições adicionais e gerar contraventamentos na estrutura. Essa abordagem visa reforçar a estabilidade e resistência da construção.

No que diz respeito às conexões entre os perfis, é comum utilizar parafusos auto atarrachantes e auto brocantes. Essa escolha visa alcançar uma transferência eficaz de esforços na obra, assegurando uma ligação robusta entre os elementos estruturais. A utilização desses tipos de parafusos, não apenas agiliza o processo de montagem, mas também contribui para a eficiência global do sistema, garantindo a integridade estrutural e a durabilidade ao longo do tempo. É interessante observar que a combinação de materiais no LSF, como a associação de aço galvanizado com elementos como tiras de madeira orientada, oferece uma abordagem integrada que capitaliza as características individuais de cada material, resultando em uma solução construtiva equilibrada e eficiente. Essa diversificação de componentes contribui para a otimização da performance estrutural e funcional do light steel frame (LIMA, 2013).

As construções com steel frame se desenvolvem em algumas etapas: análise para definição da fundação (na obra analisada foram utilizados bloco e sapata); escolha da estrutura (steel frame); fechamento interno e acabamento, conforme ilustrado na figura 3, com mais detalhamento e especificação.

Figura 3 – Etapas da construção Light steel frame (LSF)



Fonte: Elaborado pelos autores

2.2.1. Aspectos positivos e negativos do Light steel frame (LSF)

Alves (2015) destaca uma série de vantagens favoráveis associadas ao sistema construtivo Light Steel Frame (LSF). Entre esses benefícios, inclui-se a capacidade de redução significativa do tempo de execução da obra, a aplicação de rigoroso controle de qualidade tanto durante a fabricação quanto na fase de montagem, a natureza reciclável dos materiais utilizados, e a facilidade no manuseio e deslocamento dos perfis de aço.

O sistema Light Steel Frame (LSF) apresenta uma vantagem distinta em relação ao método convencional de construção, destacando-se pela rapidez na execução da obra, reduzidos índices de desperdício, resistência efetiva à corrosão, precisão aprimorada durante a montagem, além de ser considerado uma solução sustentável, pois reduz o desperdício de materiais. Além disso, os materiais que são utilizados no steel frame (aço galvanizado, alumínio, gesso, lâ PET, placas OSB) são altamente recicláveis e reutilizáveis (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO 2012).

Adicionalmente, de acordo com Campos (2014), às fundações implementadas no sistema Light Steel Frame (LSF) demonstram ser mais economicamente vantajosas. Essa economia é atribuída à diferença de pesos entre os materiais, resultando em esforços solicitantes menores quando comparados aos métodos construtivos convencionais. O steel frame é cerca de 5 vezes mais leve que a alvenaria, o peso médio da alvenaria convencional é de 1.250 kgf/m² por pavimento, considerando as cargas de ocupação. Já no Steel Frame, esse valor é de apenas 250 kgf/m². Essa diferença de peso da construção convencional para a seca impacta diretamente na economia com estrutura e fundação da obra.

Entretanto, o sistema Light Steel Frame apresenta algumas desvantagens notáveis. Primeiramente, destaca-se a questão da leveza estrutural. Devido à sua característica leve, a construção possui um limite de altura, geralmente não ultrapassando cinco pavimentos. Além disso, a escolha do material para revestimento interno pode influenciar na fragilidade da estrutura, especialmente ao pendurar objetos pesados, podendo danificar a parede e a estrutura. Outro ponto desfavorável refere-se à escassez de mão de obra especializada no Brasil para este método construtivo inovador, o que pode comprometer a regularidade e a qualidade da execução.

2.3. Métodos de aplicação do sistema Light Steel Frame (LSF)

2.3.1. Método Stick

No canteiro de obras, todas as partes da estrutura são cortadas e, posteriormente, as lajes, painéis e cobertura são montados no local. Esses elementos podem ser pré-perfurados para permitir a passagem de instalações hidráulicas e elétricas. Esse método é uma alternativa vantajosa para construções em que não há espaço apropriado para a pré-fabricação, simplificando o transporte e a montagem das peças, assim como intensificando apenas as atividades necessárias no local da obra (PEDROSO, 2014).

2.3.2. Método por painéis

Algumas partes, como painéis estruturais e não estruturais, vigas do telhado, lajes, entre outros elementos, podem ser fabricadas previamente fora do local da obra, transportadas e montadas posteriormente. Além disso, certos painéis de fechamento podem ser pré-fabricados para reduzir o tempo de construção. Essa abordagem é particularmente vantajosa em projetos com prazos de entrega reduzidos, pois possibilita uma montagem ágil e eficiente (PEDROSO, 2014).

O método utilizado na obra analisada, foi o método por painéis, fabricados fora da obra, com intuito de ser mais ágil, pois a montagem é rápida. Conforme ilustrado nas figuras 4 e 5, a instalação de um painel steel frame foi realizada para separar os cômodos conforme o projeto.

Figura 4 - Montagem de painéis



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 5 - Montagem de painéis



Fonte: Elaborado pelos autores

2.3.3. Construção modular

Essa técnica envolve a pré-fabricação de todo o módulo, que é entregue completamente finalizado, incluindo acabamentos, revestimentos internos, bancadas e instalações hidráulicas e elétricas. Esses módulos podem ser dispostos lado a lado ou empilhados, dependendo do projeto final da estrutura construtiva (PEDROSO, 2014).

2.3.4. Método *balloon/plantform framing*

No método *balloon*, os painéis das paredes são estendidos além de um pavimento e a estrutura do piso é fixada neles. Em contraste, no método *platform*, os pisos e as paredes são construídos sequencialmente, um pavimento de cada vez, sem a presença de painéis contínuos que se estendem além de um pavimento, como ocorre no método *balloon* (PEDROSO, 2014).

2.4. Prazos de entrega e custo, de uma obra com aplicação do sistema Light Steel Frame (LSF) e alvenaria convencional

Por não requerer massa e cimento, o steel frame só exige a montagem da estrutura. Além disso, é viável preparar os painéis das paredes em outro local antes de serem direcionados para a obra. Esse método otimiza o tempo de construção e reduz os custos do projeto. Uma construção baseada em steel frame que normalmente leva de três a quatro meses, numa obra convencional, demandaria de 12 a 18 meses.

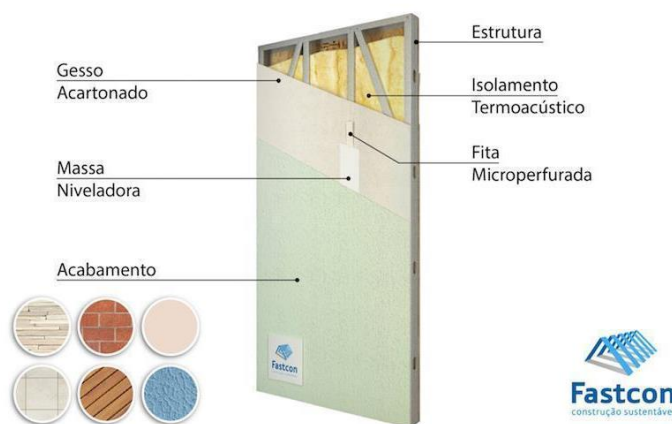
Em uma pesquisa com empresas especializadas no serviço, em fevereiro de 2023, feita pelo Blog Light Steel Frame (FRAME, 2023), estimou-se o valor por volta R\$3.000,0 por metro quadrado para uma construção com o sistema LSF para o estado de São Paulo. Por sua vez, o custo unitário básico (CUB/m²) de construção em alvenaria para São Paulo, no mesmo mês, foi R\$1912,60. Vale lembrar que esse valor pode sofrer variações, além da região da prestação do serviço, mas também com o passar do tempo e o momento econômico em que se encontra o país.

2.5. Composição da placa Light Steel Frame (LSF)

A estrutura do painel Light Steel Frame (figura 6) é composta pelos seguintes elementos:

1. Estrutura – perfis de aço galvanizado (aço leve) com tratamento anticorrosivo;
2. Lã de vidro ou de PET – Necessária para conferir à estrutura isolamento termoacústico, fundamental para ser aplicada entre os painéis;
3. Placa de gesso acartonado – Criada a partir de uma mistura de gesso com papel cartão, necessária para conferir a planicidade necessária para o acabamento;
4. Massa niveladora – Criada para dar acabamento mais refinado às placas de gesso e que deve ser aplicada em toda a parede, garantindo maior impermeabilização do ambiente e, sobretudo, a unicidade visual necessária para a obra;
5. Revestimento para o acabamento – Pode ser qualquer tipo de revestimento que se deseje aplicar, seja tinta, cerâmica, porcelanato ou madeira (“Steel frame: o que é, prós e contras deste método!”, [s.d.]).

Figura 6 – Estrutura da placa steel frame



Fonte: Fastcon construção sustentável, 2021.

3. METODOLOGIA

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise crítica de dois métodos construtivos: a alvenaria convencional e o sistema Steel Frame. Esse estudo concentra-se na aplicação desses métodos em um edifício comercial localizado na cidade de Catalão, Goiás. Além de descrever as vantagens e desvantagens desses métodos construtivos, busca evidenciar a viabilidade de uma obra que combine ambos os métodos, caracterizando-a como uma obra "mista". Portanto, quanto à sua natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que visa gerar conhecimentos com utilidade prática.

Neste estudo, adotou-se uma abordagem metodológica predominantemente descritiva por meio do estudo de caso. De acordo com Gil (2002), o estudo de caso busca obter um conhecimento detalhado e abrangente de um ou poucos objetos específicos. Segundo Lakatos e Marconi (2011) a abordagem qualitativa concentra-se na compreensão das características descritivas de um fenômeno.

A figura 7 exibe um fluxograma com as principais etapas desenvolvidas no presente estudo. Conforme ilustrado, foram adotadas três etapas: i) Levantamento de dados sobre a edificação, a partir da análise dos projetos existentes; ii) Análise da execução da alvenaria convencional e do Light Steel frame, destacando as principais etapas envolvidas nos seus respectivos processos construtivos; iii) Análise crítica dos métodos construtivos, destacando os custos e tempos de execução envolvidos pela adoção de cada método construtivo.

Figura 7 - Metodologia adotada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

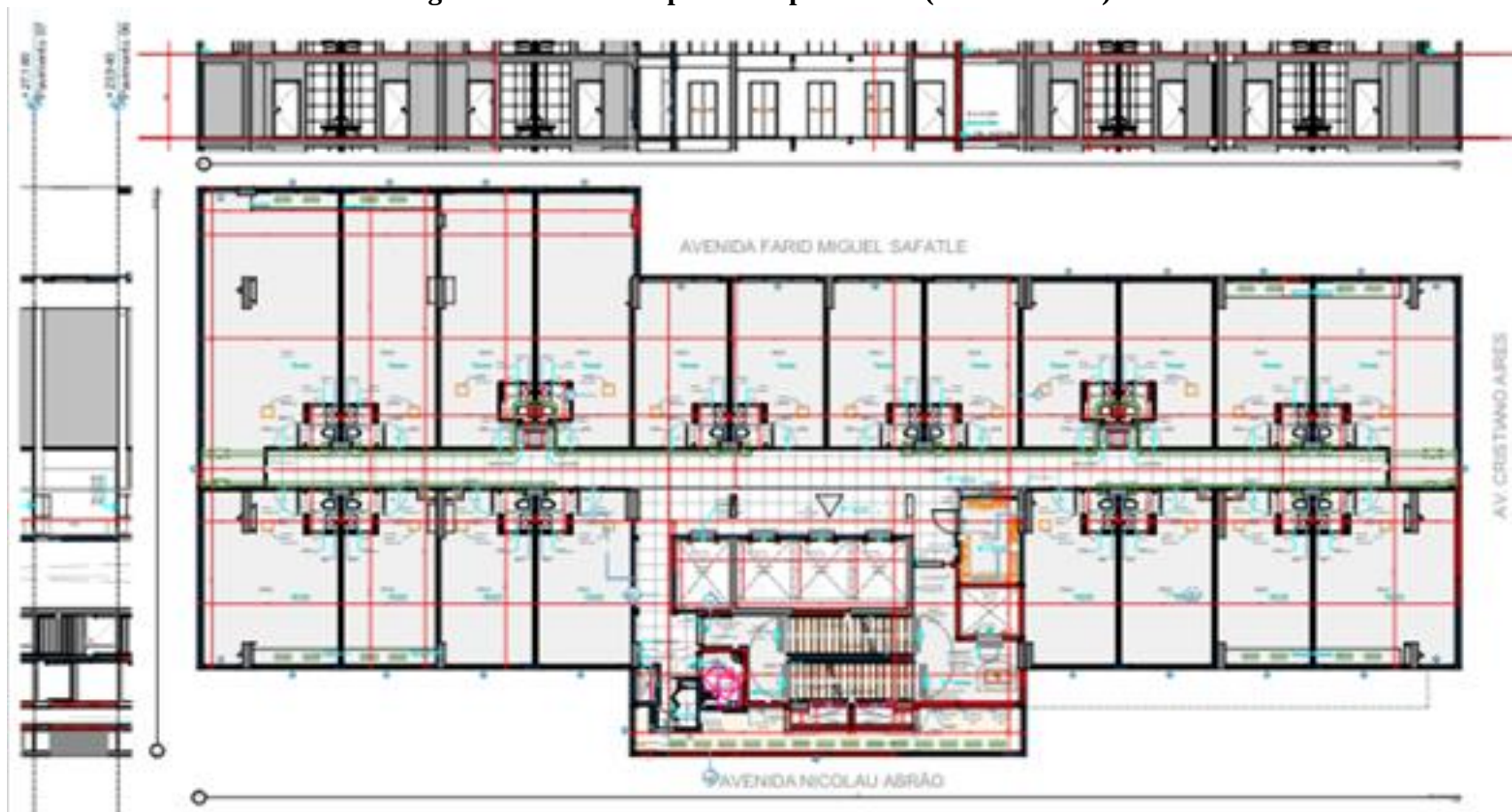
4.1 Descrição da obra

Trata-se de um estudo realizado em uma obra comercial, um edifício de 82 metros de altura com 26 pavimentos, localizado na cidade de Catalão-GO, fabricado com elementos estruturais em concreto armado. O estudo comparativo entre Steel Frame e alvenaria convencional baseou-se em dados provenientes dos documentos disponibilizados pela construtora da obra, bem como em observações feitas durante a execução das atividades no local. O enfoque foi dado à aplicação interna do Steel Frame em conjunto com a alvenaria convencional. A obra foi uma referência para analisar ambos os métodos, onde o Steel Frame foi escolhido para facilitar a integração dos ambientes e permitir modificações futuras, enquanto a alvenaria convencional com blocos cerâmicos/cimento foi predominantemente utilizada como vedações externas para proteção contra intempéries climáticas, ruídos e impactos físicos. Para fins de análise, foi utilizado apenas a planta do pavimento do decimo oitavo andar, apresentado na Figura 8.

Neste projeto, foi adotado o uso de placas de steel frame para criar as divisões entre salas, com o preenchimento de lã de vidro para isolamento acústico, aplicado somente em algumas áreas

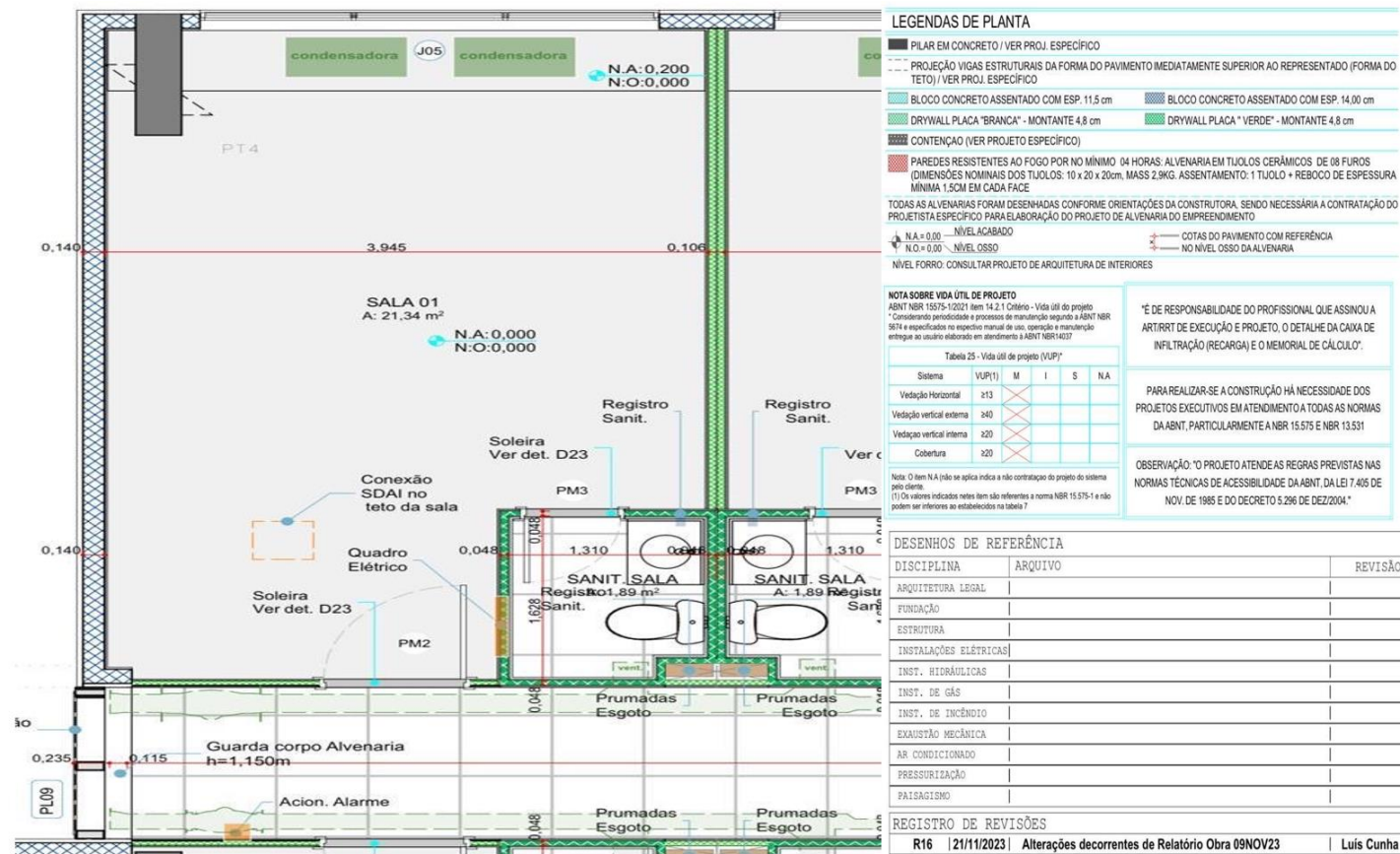
específicas. As paredes exteriores foram concebidas e construídas utilizando métodos convencionais de alvenaria, usando blocos de concreto, devido a considerações climáticas e outras exigências. Os fechamentos dos elevadores e dos vãos também seguiram o método tradicional de alvenaria, em conformidade com as regulamentações do corpo de bombeiros. Essas especificações detalhadas podem ser observadas na planta padrão do edifício (decimo oitavo pavimento), conforme ilustrado na Figura 8. A figura 9 exibe de uma forma mais detalhada as paredes em Steel frame.

Figura 8 - Detalhe da planta do pavimento (décimo oitavo).



Fonte: Arquivo disponibilizado pela empresa

Figura 9 – Detalhe parede de steel frame



Fonte: Arquivo disponibilizado pela empresa

4.2 Análise das etapas envolvidas na execução da alvenaria convencional

Por meio do acompanhamento em obra referente a execução do método de alvenaria convencional, foi realizado o registro fotográfico e avaliado as condições de efetividade e viabilidade, com relação aos procedimentos de cada um dos métodos construtivos, como pode ser verificado na sequência. O processo de execução da alvenaria se deu da seguinte forma:

1. Recebimento do material (blocos de concreto);
2. Armazenamento dos materiais em local arejado e longe de umidade
3. Marcação da parede;
4. Preparação da massa de assentamento (conforme figura 10 e 11);
5. Após o fechamento completo da parede é feito o processo de chapisco;
6. Um dia após o chapisco é feito o enchimento das paredes com tela;
7. No dia seguinte é finalizado a parte do reboco com desempenadeira dando acabamento na parede;
8. Acabamento por meio de pintura ou revestimento.

Figura 10 – Levantamento das paredes



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 11 – Levantamento das paredes



Fonte: Elaborado pelos autores

4.3 Análise das etapas envolvidas na execução das paredes em Light steel frame (LSF)

Ao acompanhar o processo de execução das paredes em LSF, foram verificadas as seguintes etapas:

1. Recebimento e posicionamento do material em local limpo e sem umidade;
2. Marcação da parede;
3. Estruturação por meio da montagem dos perfis no local desejado verificando as medidas para que seja realizado os devidos ajustes (conforme figura 12 e 13);
4. Fixação de perfis de aço galvanizado, com parafusos auto atarraxantes e autobrocantes, com distanciamento de 30 a 40 cm um do outro (travamentos);
5. Aplicação/posicionamento das placas steel frame (ajustes e cortes) fixação das placas com parafusos auto atarraxantes e autobrocantes (conforme figura e 14);
6. Instalação das fiações; tubulações necessárias;
7. Fechamento da parede com as placas steel frame (conforme figura 15);
8. Acabamento com fita própria em todas as emendas e aplicação de massa de acabamento (conforme figuras 16 e 17);

Figura 12 - Posicionamento dos perfis



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 13 - Montagem dos perfis



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 14 - Instalações elétricas



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 15 – Fechamento das paredes



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 16 – Aplicação de fitas nas emendas



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 17 – Aplicação de massa nas emendas



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 18 - Acabamento

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 19 – Pintura

Fonte: Elaborado pelos autores

4.4 Análise crítica dos métodos construtivos

A partir da coleta dos dados obtidos com as observações *in loco*, foi possível realizar a análise comparativa de custo e tempo de execução do sistema LSF com a alvenaria convencional. As tabelas 1 e 2 exibem os custos envolvidos na adoção do LSF e alvenaria convencional para a confecção de 17,5 m² de parede.

No caso da alvenaria convencional, foram considerados os serviços de fechamento com alvenaria de blocos de concreto, argamassa de assentamento, chapisco, reboco, acabamento e pintura. Para o Light Steel Frame, o cálculo inclui montagem dos painéis metálicos, instalação dos elementos de fechamento externo e interno, aplicação de isolamento com lã de vidro, acabamento e pintura. Observando os dados das tabelas 1 e 2, constata-se que o método construtivo Light Steel Frame demonstra um custo menor, em comparação ao sistema de alvenaria convencional. Todos os itens foram considerados (insumos e mão de obra) os valores estão inseridos na alínea composição, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Custo com aplicação do LSF para 17,5 m²

CUSTO DE PAREDE STEEL FRAME SINAPI GO NOVEMBRO 2023					
Tipo	Código	Descrição	preço unitário	unidade	Preço para 17,5m ²
Insumo	00039419	PERFIL GUIA, FORMATO U, EM AÇO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE STEEL FRAME, E = 0,5 M 7,30 MM, 70 X 3000 MM (L X C)	7.3	m	N/A
Insumo	00039422	PERFIL MONTANTE, FORMATO U, EM AÇO ZINCADO, PARA ESTRUTURA PAREDE DRYWALL, E=0,5MM, 70X3000MM (L X C)	8.28	m	N/A
Insumo	00039413	PLACA CHAPA DE GESSO ACARTONADO ST COR BRANCA E=12,5MM 1200X2400MM (L X C)	19.13	m ²	N/A
Insumo	00003412	PAINEL DE LÃ DE VIDRO SEM REVESTIMENTO PSI20 E=25MM 1200X600MM	27.18	m ²	N/A
Composição	96358	PAREDES COM SISTEMA EM CHAPAS DE GESSO PARA DRYWALL, USO INTERNO COM DUAS FACES SIMPLES E ESTRUTURA METALICA COM GUAI SIMPLES	84.94	m ²	R\$ 1,486.45
Composição	88497	EMASSAMENTO COM MASSA LATEX, APLICAÇÃO PAREDE, DUAS DEMAOS, LIXAMENTO MANUAL	14.98	m ²	R\$ 524.30
Composição	95623	APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LATEX ACRÍLICA EM PANOS SEM PRESENÇA DE VÃO EDIFÍCIOS DE MULTIPAVIMENTOS	11.68	m ²	R\$ 408.80
TOTAL					R\$ 2,419.55

Fonte: Elaborado pelos autores com base na tabela SINAPI 2023

Tabela 2 – Custo com aplicação da alvenaria convencional para 17,5 m²

CUSTO DE ALVENARIA CONVENCIONAL SINAPI GO NOVEMBRO 2023					
Tipo	Código	Descrição	preço unitário	unidade	Preço para 17,5m ²
Composição	103342	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO 14X19X29 CM (ESPESSURA 14CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	112.86	m ²	R\$ 1,975.05
Composição	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS COM COLHER DE PEDREIRO ARGAMASSA TRAÇO 1:3COM PREPARO EM BETONEIRA	4.28	m ²	R\$ 149.80
Composição	87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 PREPARO MECANIZADO EM BETONEIRA APLICADO MANUALMENTE EXPESSURA 25MM	52.24	m ²	R\$ 1,828.40
Composição	88497	EMASSAMENTO COM MASSA LATEX, APLICAÇÃO PAREDE, DUAS DEMAOS, LIXAMENTO MANUAL	14.98	m ²	R\$ 524.30
Composição	95623	APLICAÇÃO MANUAL DE TINTA LATEX ACRÍLICA EM PANOS SEM PRESENÇA DE VÃO EDIFÍCIOS DE MULTIPAVIMENTOS	11.68	m ²	R\$ 408.80
TOTAL					R\$ 4,886.35

Fonte: Elaborado pelos autores com base na tabela SINAPI 2023

A construção em alvenaria de bloco de concreto, um processo considerado artesanal, tende a ser mais lento e está sujeita à produtividade da mão de obra. Além disso, em caso de chuva, o processo precisa ser interrompido, aumentando as chances de erros na execução e retrabalhos, fatores que podem contribuir significativamente para a extensão do prazo de execução e a alteração do cronograma da obra. Essas situações não se aplicam à montagem da parede no Light Steel Frame. A notável diferença na velocidade de execução pode ser observada na Tabela 3, evidenciando que, para um mesmo projeto, a construção em alvenaria convencional demanda aproximadamente um dia a mais em comparação ao Steel Frame.

Para avaliar o tempo de execução, consideramos uma equipe composta por 2 ajudantes e 1 pedreiro para calcular o prazo da obra, enquanto no método Light Steel Frame são necessários dois profissionais habilitados para montagem. Observou-se que para finalizar uma parede de 17,5m², são necessários aproximadamente 5 dias utilizando o Steel Frame, enquanto na alvenaria convencional são necessários cerca de 6 dias (conforme demonstrado nas tabelas 3 e 4). Esses dados evidenciam uma economia de aproximadamente 33,33% em Horas Homens Trabalhadas (HHT) ao aplicar o método Steel Frame em comparação com o método convencional.

Tabela 3 – Tempo de execução do LSF para 17,5 m²

Tempo para a conclusão do sistema LSF (17,5 m²)			
Execução	Total de horas	HHT	Dias
Marcação e estruturação	8 horas	2/16h	1
Fechamento de parede	4 horas	2/8h	½
Acabamento em massa	4 horas	2/8h	½
Revestimento	8 horas	2/16h	1
Pintura	16 horas	1/16h	2
Total (Tempo de execução)	40 horas	HHT 64	5 dias

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 4 – Tempo de execução da alvenaria convencional para 17,5 m²

Tempo para conclusão da alvenaria convencional (17,5 m²)			
Execução	Total de horas	HHT	Dias
Marcação e assentamento	8 horas	2/16h	1
Chapisco	4 horas	1/4h	½
Enchimento	4 horas	2/8h	½
Reboco	8 horas	2/16h	1
Revestimento	8 horas	2/16h	1
Pintura	16 horas	1/16h	2
Total (Tempo de execução)	48 horas	HHT 96	6 dias

Fonte: Elaborado pelos autores

O método Light Steel Frame reduz em até um terço os prazos de construção quando é comparado ao método convencional, pois em seu processo construtivo não é necessário a quebra de parede para passagem das tubulações. Além disso, em casos que são necessários reparos de defeitos que normalmente aparecem no pós-obra, como o caso de vazamentos, isso é feito de forma

simples, sendo necessária apenas a retirada do revestimento interno para a localização imediata do problema e então o conserto. Dessa forma, há importantes vantagens em construir com o método Light Steel Frame, entre elas o seu tempo de execução e a facilidade dos reparos. Portanto, quando considerado esses fatores percebe-se que há viabilidade de construção pelo método em relação ao fator produtividade.

Considerando o fator longo prazo, também podemos citar o conforto térmico e acústico que o LSF proporciona, pois também ajuda a reduzir os gastos com ar-condicionado, colaborando tanto com a redução da conta de energia como com a questão da sustentabilidade.

A observação direta da execução na obra e a subsequente análise crítica revelaram uma discrepância significativa entre os dois métodos quanto à eficiência temporal (em termos de dias e horas de trabalho), limpeza e organização durante e após cada etapa. Enquanto a alvenaria convencional resultava em um ambiente com considerável acúmulo de resíduos de blocos e argamassa, o sistema steel frame se destacava por um ambiente de trabalho mais organizado e com menos resíduos, conforme evidenciado nas observações posteriores. Isso reforça a vantagem de adotar uma abordagem "mista" na obra, mitigando as questões enfrentadas pela adoção da alvenaria convencional.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste artigo foi realizar uma análise crítica sobre a aplicação de dois métodos construtivos em um empreendimento comercial: a alvenaria convencional e o sistema Light Steel Frame. Tal análise contemplou a identificação das vantagens, desvantagens, viabilidade econômica, prazos de entrega, e enfatizou a viabilidade da abordagem de construção “mista”.

Os resultados obtidos com o Steel Frame mostraram que o material tem vantagens associadas ao seu uso que vão além da rapidez na execução e sua construção a seco. Geralmente, o custo mais elevado dos materiais e componentes do sistema Steel Frame acaba por tornar essa alternativa mais receosa para empresas e pessoas ligadas à construção civil, fazendo-se necessário analisar as situações individuais que cada projeto tem.

Constatou-se que a implementação do sistema LSF proporciona um ambiente de trabalho mais organizado, com menor geração de resíduos e maior facilidade na execução das instalações e do acabamento. Por outro lado, a alvenaria, devido ao seu caráter artesanal, mostrou-se menos eficiente em certos aspectos. Entretanto, a combinação de ambos os métodos se torna cada vez mais viável, considerando as vantagens e desvantagens intrínsecas a cada um, o que proporciona uma complementação mútua.

Adicionalmente, a produtividade e o tempo de execução de cada um dos métodos construtivos foram avaliados. Verificou-se que o sistema LSF tem uma vantagem significativa, pois possibilita a realização da mesma quantidade de serviço em menos horas de trabalho, demonstrando maior produtividade e agilidade em sua execução.

Os dados obtidos neste estudo são esperados para ter relevância suficiente a fim de servir como referência para pesquisas adaptáveis à singularidade de cada projeto. Essas informações podem ser utilizadas por empresas, construtores e estudantes do segmento na escolha do material mais adequado para a construção de divisórias internas em edificações.

Dessa forma, é evidente que o sistema de paredes internas em Steel Frame demonstra um bom custo-benefício, avaliando a eficiência em Horas-Homens Trabalhadas (HHT), e possui potencial para se tornar o principal sistema no mercado brasileiro. Isso se dá pelas notáveis vantagens e pela capacidade de reduzir as desvantagens da alvenaria convencional. Conclui-se que

a combinação de alvenaria convencional com o Light Steel Frame, em uma obra "mista", surge como uma excelente alternativa para quem busca, sobretudo, agilidade na entrega e praticidade em projetos comerciais.

Para concluir, sugere-se que seja realizado um estudo mais amplo, comparando projetos de portes diferentes e com funções diferentes a fim de avaliar com maior precisão a viabilidade da adoção de cada método construtivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente ao nosso Deus por ter nos dado a oportunidade de viver esse momento. Não houve um só dia em que sua mão não nos sustentou. Agradecemos por aprender e concluir este curso. Pela vida, saúde e perseverança em cada momento difícil que passamos. A nossas famílias, pais, cônjuges, filhos e amigos. Esta é uma vitória de todos nós.

Ao Centro Universitário UNA Catalão, bem como todo seu corpo administrativo, que direta e indiretamente contribuiu significativamente para nossa formação. Em especial, ao nosso orientador Harley Francisco Viana, por todo suporte, correções e incentivos.

Lembraremos com carinho de cada colega, dos amigos que fizemos e dos momentos felizes. Agora, um novo dia nos espera, somos Engenheiros Civis, colegas de profissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AECWEB, Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas/13620>. Acessado em 07 out. 2023.

ALVES, Letícia Pereira. (2015). **Comparativo do custo-benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame**. 2015. 23 p. Dissertação (Mestrado) - IPOG - Instituto de Pós-Graduação, Uberlândia, 2015

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de construção**. São Paulo: Pini, v. 16, 2012.

BORGES, JOÃO PAULO ERMELINDO; CREPALDI, TIAGO GOMES. **Estudo da viabilidade construtiva entre alvenaria convencional e light steel frame em habitações populares**. 2019.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 2014. 198 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CARDOSO, Silvia Scalzo; BARROS, Mercia Maria Bottura de. **Especificação de perfis para drywall e light steel framing**. Anais do Construmetal - Congresso LatinoAmericano da Construção Metálica. São Paulo: [s.n.], 7ª ed., 2016.

CREPALDI, Tiago Gomes. **Estudo da viabilidade construtiva entre alvenaria convencional e light steel frame em habitações populares**. 2019.

DOS SANTOS, Eder. **Estudo sobre os métodos construtivos light steel frame e alvenaria convencional.** Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/alvenaria-convencional>.

FRAME, B. DO L. S. Casa Steel Frame x Casa de Alvenaria: Comparação de Preços. Disponível em: <https://lightsteelframe.eng.br/casa-steel-frame-x-casa-de-alvenaria-comparacao-de-precos> Acessado em: 28 nov. 2023.

GUIMARÃES, Marcio Martins et al. Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional-estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48760-48775, 2021. SOARES, Rahyer. Light Steel Frame - Conhecendo o sistema construtivo a seco. Produto Educacional: Apostila de apoio.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame.** 2013. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

PAVESI, Dante; PFUTZENREUTER, Andrea Holz. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido.** Artigo (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

PEDROSO, Sharon Passini; FRANCO, Guilherme Augusto; BASSO, Guilherme Luiz; BOMBONATO, Fabiele Aparecida. **Steel frame na construção civil.** ECCI – 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional. Paraná, 2014

PEREIRA, Caio. Steel Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acessado em 07 out. 2023.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, Renata Cristina Moraes de. **Manual de construção em aço Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro, 2. ed. 2012.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori. **Análise física do sistema drywall: uma revisão bibliográfica.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 03, Vol. 04, pp. 19-41. Acesso em 3 de setembro 2023.

SILVA, Patrícia Emília Villela; MOREIRA, Rodrigo Resende. **Projeto de alvenaria de vedação – diretrizes para a elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da implementação e relação com a NBR 15575.** UFG – Universidade Federal de Goiás Goiânia, 2017

Steel frame: o que é, prós e contras deste método! Disponível em: <http://www.leroymerlin.com.br/dicas/construcao-em-steel-frame>. Acesso em: 28 nov. 2023.

Ata da defesa de trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil

Às 18:20 horas do dia 08 do mês de dezembro de 2023, reuniu-se para a defesa pública *online*, por meio da plataforma Teams, junto ao Centro Universitário UNA, a Banca Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso para julgar, em exame final, o trabalho intitulado **Avaliação dos benefícios da adoção do sistema construtivo em alvenaria convencional aliado ao Light Steel Frame**, escrito pelos alunos **Alcides Santana Neto, Douglas Pereira Cunha, Gustavo Resende Araújo, Josimar Rosa dos Reis, Leo Humberto Rodrigues Junior, Tatiana Pereira Moisés Borges**, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro Civil.

Abriendo a sessão, o Presidente da Banca, Professor orientador Harley Francisco Viana após dar conhecimento aos presentes do procedimento de defesa, passou a palavra aos alunos para apresentação oral do trabalho. Após a apresentação do trabalho, os alunos foram arguidos pelos membros da banca. Em seguida, a Banca Examinadora reuniu-se, sem a presença dos alunos e do público, para julgamento e expedição do resultado final. A banca examinadora atribuiu as seguintes notas:

	Trabalho escrito (100)	Apresentação Oral (100)
Notas	70	72,5
Média Aritmética	71,3	

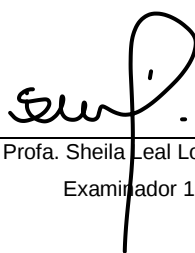
Os alunos foram considerados APROVADOS com **Nota Final 71,3**, sendo esse resultado final comunicado publicamente pelo Presidente da Banca Examinadora.

A publicação do conceito final fica condicionada a postagem de uma cópia definitiva da versão digital do trabalho em pdf (incluir a folha de assinaturas assinada) no RUNA, com todas as correções solicitadas pela banca, bem como da autorização para publicação do trabalho pelo Centro Universitário Una (termo de cessão de direitos).

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Documento assinado digitalmente
gov.br HARLEY FRANCISCO VIANA
Data: 11/12/2023 11:08:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Harley Francisco Viana
Prof. Orientador



Profa. Sheila Leal Loureiro
Examinador 1

Documento assinado digitalmente
gov.br THALITA CARDOSO DIAS
Data: 11/12/2023 13:25:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Thalita Cardoso Dias
Examinador 2

Catalão, 08 de dezembro de 2023.

