

SISTEMA CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAME, MÉTODO ENGENHEIRADO, EM OBRAS CIVIS

Freitas A.V, Porto F. P., Paula Couto, A.B.
Escola Politécnica e de Artes
Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Goiânia – Goiás - Brasil

RESUMO: Este artigo aborda o Sistema Construtivo *Light Steel Frame* (LSF), como uma inovação na indústria da construção civil, no Brasil, sendo considerada uma solução inovadora para atender à crescente demanda por moradias, devido ao aumento da população. O LSF é considerado uma construção a seco e utiliza componentes industrializados na construção, promovendo um controle mais preciso do processo de construção e reduzindo imprecisão nos procedimentos, materiais e serviços. Neste artigo, será ainda abordado o Sistema LSF, Método Engenheirado, incluindo as etapas do processo executivo, acompanhando a execução de uma "obra modelo", durante um treinamento ministrado pelo SENAI, em uma empresa especializada em LSF. O Sistema LSF tem como principais vantagens: precisão orçamentária; mão de obra reduzida e sustentabilidade; e, como desvantagens, tem-se: custo elevado, mão de obra especializada e baixa popularidade.

Palavras-chaves: LSF, Steel Frame, construção a seco, métodos construtivos.

ABSTRACT: *This article addresses the Light Steel Frame (LSF) construction system, as an innovation in the construction industry in Brazil, being considered an innovative solution to meet the growing demand for housing due to the increase in population. LSF is considered a dry construction and uses industrialized components in construction, promoting more precise control of the construction process and reducing inaccuracy in procedures, materials and services. This article will also cover the LSF System, Engineered Method, including the stages of the executive process, accompanying the execution of a "model work" during training given by SENAI in a company specialized in LSF. The LSF System's main advantages are: budgetary precision, reduced labor and sustainability; The disadvantages are: high cost, specialized labor and low popularity.*

Keywords: LSF, Steel Frame, dry construction, construction methods.

1. Introdução

A indústria da construção civil enfrenta uma necessidade de tecnologias inovadoras que possam facilitar processos construtivos, ágeis para atender à crescente demanda por moradias, decorrente do adensamento populacional; além disso, os métodos de construção devem priorizar a eficiência, qualidade, desempenho e economia para garantir o sucesso [1]. O Sistema LSF tem como conceito básico o emprego de componentes industrializados na construção civil, aliado a uma metodologia executiva desses componentes, que promovem um controle do processo do produto final mais apurado, gerando, dessa forma, mais segurança e menor risco de desvios nos procedimentos, tanto em nível de materiais como no de serviços, envolvidos durante as etapas da construção [2]. No Brasil, o uso do Sistema LSF teve início na década de 1990, mas só nos últimos anos tem ganhado maior relevância e se tornado uma alternativa cada vez mais popular na construção civil. A primeira casa foi construída em 1988, ou seja, há pouco mais de 20 anos, enquanto no mundo já tem mais de 100 anos que essa tecnologia vem sendo utilizada [3].

O Sistema construtivo em questão utiliza perfis metálicos recicláveis, reduzindo significativamente o desperdício em comparação aos sistemas tradicionais de construção. Sua abordagem industrializada também resulta na necessidade de menos trabalhadores no canteiro de obras, o que traz vantagens econômicas e organizacionais [4] [5]; além disso, o sistema apresenta menor tempo de duração de obras, resultando na possibilidade de realizar mais empreendimentos em um menor espaço de tempo, em comparação com os métodos tradicionais [6]. Outra característica importante do Sistema LSF é a sua capacidade de atender aos requisitos de sustentabilidade, tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico e social. Portanto, com a utilização desse método construtivo, é possível reduzir o impacto ambiental da construção, por meio da economia de água e energia, redução da geração de resíduos, bem como pela utilização de materiais com menor impacto ambiental. O Sistema LSF é considerado, também, uma construção a seco, ou seja, o uso de água é praticamente zero, com uma redução de 90% de consumo desta, em relação aos outros métodos construtivos [7] [8].

Os principais componentes do Sistema LSF são os perfis de aço galvanizados, que possuem características mínimas, quais sejam: resistência mínima ao escoamento de 230 MPa; a resistência à corrosão (Zincado por imersão a quente) de 275g/cm² para ambiente urbanos e 350g/cm² para ambiente agressivo (marinho); espessura nominal dos perfis de 3,0mm > (tn) > 0,80mm [9][10].

Os principais métodos de montagem de um Sistema LSF são: Método por Painéis, Método por Construção Modular, Método *Balloon Framing*, Método *Platform Framing* e Método *Stick*; todavia, existe, quanto ao método de fabricação, o Método **Engenheirado**, o qual será objeto de estudo [11][12].

O Método Engenheirado é considerado o mais completo e amplamente procurado para obras nesse sistema; também é conhecido como perfil “sob medida”, pois esse método envolve a fabricação dos perfis de acordo com o projeto arquitetônico, o que resulta em maior agilidade na construção. A precisão do Método Engenheirado, comparado ao perfil comercial, é notável, uma vez que os perfis são fabricados com quantidades e tamanhos precisos, além de já possuírem todas as furações necessárias para a fixação dos mesmos e conta, também, com as furações dos projetos complementares (projetos hidráulicos e elétricos) e, com isso, é necessário apenas encaixar e parafusar os perfis, simplificando o processo. A máquina que fabrica os perfis engenheirados (*FRAMECAD*), fabrica perfis com alma de 90mm, tornando-se necessário, portanto, o uso de outro método (Método *Stick*) para fabricação de perfis com outras medidas de alma, quando solicitado em projeto [13] [8].

Nesse contexto, o principal objetivo desse trabalho foi realizar um estudo sobre o Sistema Construtivo *Light Steel Frame* (LSF), Método Engenheirado, tendo em vista esta tecnologia estar em ascensão, na construção civil brasileira, e estar sendo bastante indicada para obras que procuram eficiência e produtividade e, ainda, realizar um comparativo de custo com o sistema de alvenaria convencional (bloco cerâmico), apresentando as vantagens e desvantagens do método construtivo em questão.

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho analisou a execução em *Light Steel Frame*, método Engenheirado, de uma “obra modelo” durante o treinamento ministrado pelo SENAI, na empresa Espaço Smart, que fica situada na Avenida Rio Verde, S/N Quadra 044 - Lote 005E - Vila Rosa, Aparecida de Goiânia – GO. A empresa em questão surgiu com o foco na comercialização de produtos e serviços que promovem a industrialização e sustentabilidade na construção civil, com uma abrangência nacional, com sede em Curitiba-PR, além de países como Paraguai e Uruguai. Possui mais de 741.000 m² construídos e mais de 900.000 m² de projetos executados além de mais de 1.600 m² de projetos customizados, sendo a única empresa a oferecer o treinamento junto ao SENAI do Sistema LSF-Método Engenheirado, na qual foi autorizado a utilizar e divulgar a marca, de acordo com a autorização em e-mail anexo. O treinamento abordou a

execução de uma “obra modelo” mostrando os conceitos teóricos do sistema, abordando vantagens e desvantagens, fazendo comparações aos métodos convencionais e, a partir destes, foram mostradas e detalhadas as diversas etapas da execução do Sistema LSF. Foram utilizados os mesmos materiais e ferramentas necessárias às etapas de execução de uma obra normal e abordadas as possíveis dificuldades na hora da obra.

3. Resultados e Discussão

Como foco principal deste trabalho, o Método Engenheirado, no Sistema Construtivo em *Steel Frame*, será mostrado a seguir, com as sequências de execução do mesmo.

3.1 Fundação

No estudo de caso em questão, foi realizada a construção de um protótipo de casa, em um ambiente interno, já considerando que a fundação em radier estava previamente executada, mas deve-se saber que a distribuição de carga da estrutura, neste sistema (fundação), é muito mais leve, o que implica um custo de fundação mais econômico [11].

3.2 Aplicação da banda acústica e manta asfáltica (fita *flashing*)

A banda acústica (Foto 1) é um material que impede a passagem do som; ela compensa as pequenas imperfeições entre a estrutura e a superfície de contato, minimizando os efeitos de vibração transmitidos pela estrutura. A manta asfáltica tipo *flashing* (Foto 2) serve como proteção dos perfis contra a umidade e evita a corrosão galvânica entre os diferentes materiais. As áreas secas devem ser envelopadas com altura mínima de 50mm e áreas molhadas com altura mínima de 200mm (Figura 1); ambos os materiais (banda acústica e manta asfáltica) devem ser aplicados em todos os perfis que estão em contato com o concreto, aço pesado sem pintura e na base dos painéis que estão conectados à fundação. O método de aplicação é simples, pois ambos os materiais são autoadesivos e ainda vale ressaltar que elas devem ser bem esticadas evitando-se dobras e, para isso, deve ser utilizada uma espátula como ferramenta, no auxílio da aplicação; nas aberturas deve-se colocar, ainda, um recorte de manta asfáltica, tipo fita *flashing*, na diagonal das quinas das janelas [8][14].

Na aplicação da manta nas janelas, os recortes nas diagonais superiores vêm por cima da manta e, nas diagonais inferiores, o recorte vem por baixo, para impedir que a água penetre na manta (Foto 2).

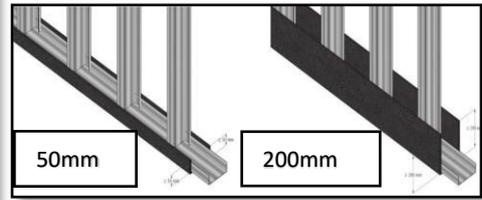
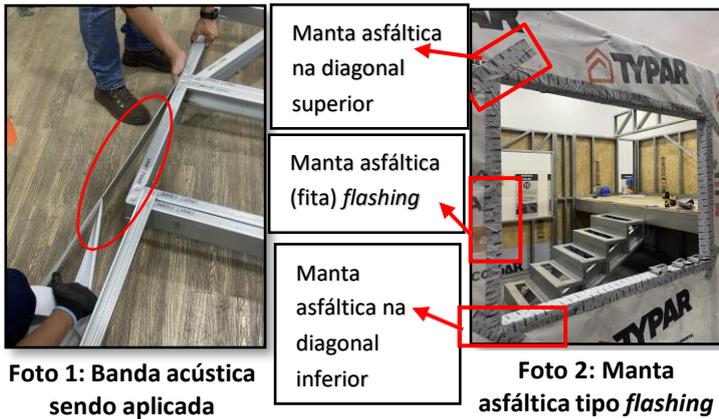
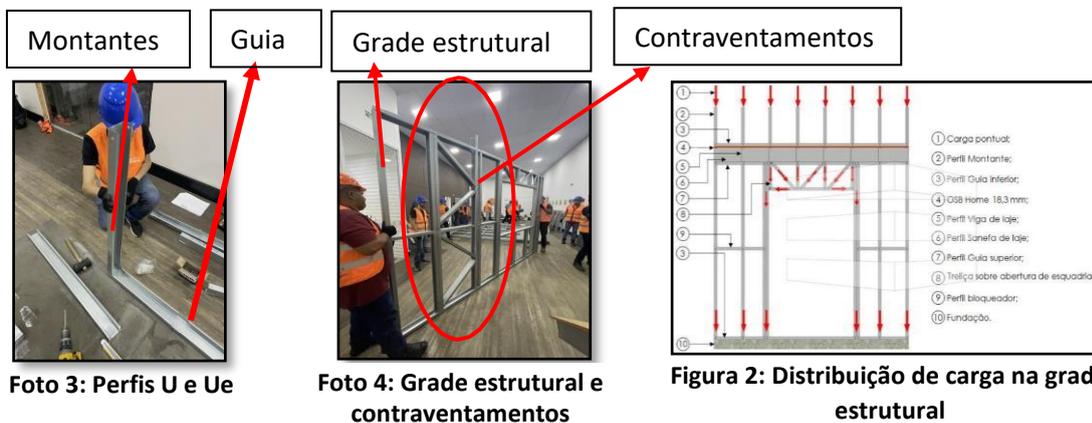


Figura 1: alturas da manta asfáltica

3.3 Montagem dos painéis

Os painéis de LSF podem ser tanto estruturais (auto-portantes), que são responsáveis por resistir às cargas verticais, horizontais, ventos, abalos sísmicos e o peso da própria estrutura, quanto não estruturais (vedação). Os perfis que compõem os painéis são: perfis horizontais U simples (guias) e perfis verticais de perfil enrijecido Ue (montantes) (Foto 3). Os montantes, são os perfis responsáveis por transferir as cargas verticais e são unidos em suas extremidades pelas guias (perfis horizontais), que têm função de fixar os mesmos; estes devem estar alinhados com o perfil superior, seja uma guia ou outro montante. Para resistir aos esforços horizontais, são utilizados os contraventamentos (Foto 4), formando assim uma grade estrutural (Fig 2) [9].



Nas aberturas (janelas e portas), devem ser utilizados estruturas de reforços que podem ser vigas treliçadas (Foto 5) ou as vergas (Figura 3), para redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos [8].

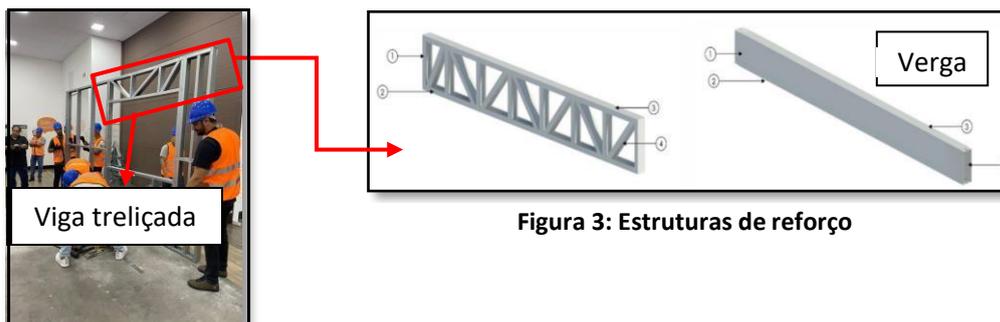


Figura 3: Estruturas de reforço

Foto 5: Estrutura de reforço

Conforme visto no treinamento do SENAI, o Sistema LSF – Método Engenheirado, como já verificado anteriormente, possui as suas dimensões e furações pré-projetadas. Os perfis vêm embalados na quantidade correta, logo é de fundamental importância que se siga um caderno de montagem (Foto 7), no qual são indicadas quais peças e qual o local que cada uma deverá ser encaixada; ainda se pode observar que os perfis têm inscrições que ajudam na orientação de montagem; os perfis são conectados alinhando-se os furos e utilizando-se os parafusos autoportantes, com o auxílio da ferramenta adequada [8]

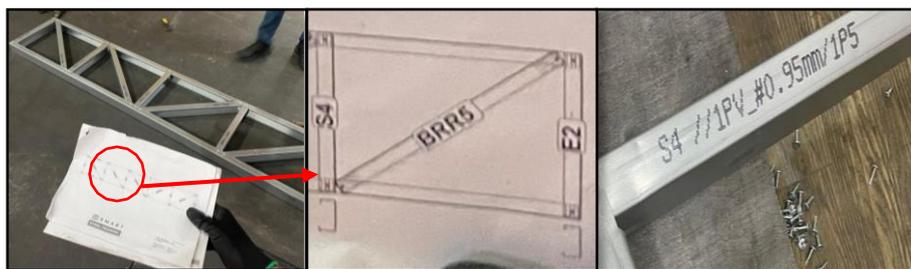


Foto 7: Caderno de montagem

3.4 Fixação dos painéis

Em geral, inicia-se a montagem das paredes marcando-se o posicionamento dos perfis sobre a fundação e localizando-se o alinhamento principal da edificação; a partir daí, confere-se o esquadro e o alinhamento dos painéis perpendiculares, lembrando que os perfis devem ficar 5 cm para fora do radier, mantendo, assim, o espaço necessário da pingadeira [8].

Para evitar o movimento da edificação devido à pressão do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. Esta ancoragem pode ser: química, com barra roscada ou expansível com *parabolt*. Para a obra modelo em questão, foi utilizada a expansível com *parabolt*. **A ancoragem expansível com *parabolt*** é um método de fixação utilizado após a concretagem, seguindo um processo similar à ancoragem química. Primeiramente, é feito um furo no local designado, conforme o projeto, para a instalação da ancoragem; em seguida,

é inserido um parafuso com uma camisa metálica no furo, que se expande à medida que o parafuso é rosqueado, garantindo a fixação na fundação [15].

3.5 Lajes

Existem dois tipos de lajes: tipo seca e tipo úmida. Na obra modelo, foram utilizadas lajes secas. Elas utilizam chapas estruturais instaladas sobre a estrutura de aço e servem como contrapiso; pode ser utilizado o OSB 18mm ou a placa cimentícia para áreas molhadas e, como vantagens, citam-se a agilidade e estrutura com menor carga (peso próprio), além dos aspectos econômicos [8]. Quanto ao aspecto estrutural, é mais comum usar o Método *Stick*, já que há uma necessidade de resistir a uma maior carga e, com isso, utilizam-se perfis com a alma maior que 90mm [8]. Os perfis da laje são denominados vigas de piso e possuem seção Ue e devem evitar de serem furadas, a menos que seja previsto no projeto estrutural; foram usadas na casa modelo, vigas de piso com alma de 250mm (Foto 8), estas são responsáveis pela transmissão das cargas para os montantes, os quais devem estar sempre alinhados, necessitando do uso de travamentos horizontais, para se evitar flambagem lateral por torção. Para isso, utiliza-se perfil bloqueador (Foto 9), com as mesmas características da viga de piso em que está conectado [8].



Foto 8: Vigas de piso com alma de 250mm



Foto 9: Perfil Bloqueador

Perfil bloqueador

A Figura 10 mostra a estrutura final da laje, já com a banda acústica aplicada e a Figura 11 mostra a laje com a placa OSB 18mm aplicada.

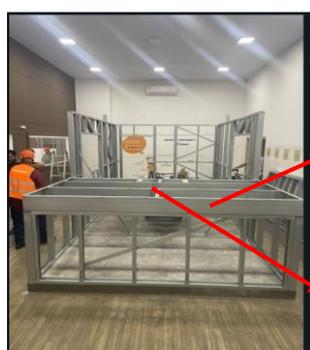


Foto 10: Estrutura final da laje



Foto 11: Laje com placa OSB 18 mm aplicada

Viga de piso

Perfil bloqueador

3.6 Escadas

No Sistema LSF – Método engenheirado são utilizados dois tipos de escadas, as **Escadas com fundo liso** e as **Escadas apoiadas**, que são formadas em sua estrutura por perfis U e Eu, respectivamente. Para fazer os espelhos e os degraus, utilizam-se, normalmente, as placas OSB ou placas cimentícias aparafusadas na estrutura, e pode ser utilizado piso úmido, no caso dese utilizar piso cerâmico. A obra modelo adotou a escada com fundo liso, ela é conectada entre as vigas de laje, utilizando-se os parafusos auto brocantes e cantoneiras de aço (Foto 12); após a fixação à laje (Foto 13), são colocadas as chapas de apoio que formarão os degraus (Foto 14) e, por fim, é feita a aplicação da banda acústica (Foto 15), preparando para o recebimento do substrato.



Foto 12: Fixação das cantoneiras de aço na escada, com parafusos auto brocantes



Foto 13: Fixação da estrutura da laje à escada

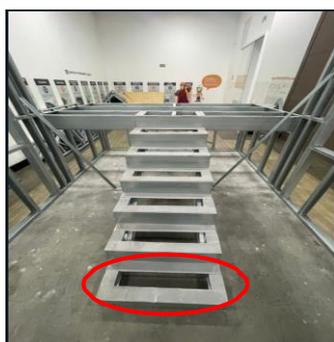


Foto 14: chapa de apoio que formarão os degraus



Foto 15: Aplicação da banda acústica nos degraus

3.7 Instalações elétricas e hidráulicas

As paredes de LSF não precisam ser quebradas para o encaixe das tubulações e não é necessário pré-fixar as peças nas lajes antes da concretagem. As instalações são colocadas nos vazios internos das paredes, nas lajes e nos forros do LSF e são fixadas após a montagem dos painéis como um todo, o que facilita as atividades da mão de obra que executa as instalações.

Todas as paredes são uma espécie de *shaft*, o que torna possível observar a interferência entre as instalações, permitindo que isso seja corrigido de forma simples e sem danos.

Os eletrodutos são instalados por meio dos furos de serviço já existentes nos montantes e nas vigas de piso, protegendo-os com o protetor de montante (Dryfix) no contato com os perfis. As caixas plásticas para pontos de eletricidade utilizadas em alvenaria convencional, também podem ser utilizadas em paredes de LSF, todavia, em função do vazio interno das paredes, é preciso realizar a fixação dessas caixas com auxílio de parafusos, com peças metálicas auxiliares. Entretanto, existem caixas plásticas desenvolvidas para uso exclusivo em LSF, as quais dispensam a necessidade de prefixação. Para as instalações hidráulicas, tem-se a possibilidade da utilização de tubulações convencionais, todavia, indica-se o uso de sistemas flexíveis ponto a ponto, como o PEX

3.8 Vedação

Antes de começar a etapa da vedação é de suma importância utilizar a **membrana hidrófuga** (Foto 16), que atua como uma barreira contra a água, calor e poeira, garantindo a estanqueidade e adequando a ventilação das paredes. Outro material utilizado nesta etapa é o *basecoat* aplicado no substrato, seja ele a placa GlasRoc X, a placa OSB, placa cimentícia e outros. O *basecoat* é uma massa que serve como uma camada de regularização nas vedações, tornando-as preparadas para receber o acabamento, valendo ressaltar que cada tipo de vedação tem um *basecoat* específico.



Foto 16: Membrana Hidrófuga

Na obra modelo, foram aplicados diversos tipos de vedação, a fim de demonstrar as variadas possibilidades, quais sejam:

a) Placa GLASROC X (Foto 17) e Placa SMART EIFS (Foto 18): devem ser aplicadas diretamente na estrutura de aço já previamente protegida pela membrana hidrófuga. Utiliza-se

parafuso específico GlasRoc com o tratamento de superfície que consiste, na aplicação da argamassa basecoat junto à tela em fibra de vidro e tratamento de juntas utilizando a fita telada e argamassa basecoat. Essas placas poderão ser usadas tanto para vedação interna quanto externa. A placa SMART EIFS é uma composição de GlasRoc e EPS e é um sistema de fechamento com elevada capacidade de isolamento térmico e acústico, muito utilizado na região sul do Brasil. Após a instalação da placa GlasRoc, é feita a aplicação da membrana líquida em toda a superfície, adicionando-se, ainda, a malha de reforço nas juntas e, em seguida, é feita a aplicação do EPS com o uso da argamassa basecoat, com a utilização de uma desempenadeira dentada, para que se forme uma espécie de sulcos (Foto 19), deixando espaço para a água condensada correr. Com o EPS aplicado, é feito o lixamento (Foto 18) com uma desempenadeira granilhada, para o nivelamento e para facilitar a fixação da camada de tratamento, seguindo com o tratamento de superfície e das juntas, assim como feito nas placas GlasRoc.



Foto 17: Placa GlasRoc X aplicada



Foto 18: Placa SMART EIFS - Aplicação e lixamento

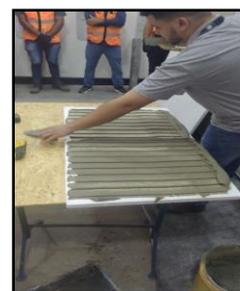


Foto 19: Aplicação do *basecoat* com desempenadeira dentada

c) PLACA *SIDING* VINÍLICO (Foto 20) é formada por réguas de PVC que oferece a estético estilo americano. Além de vedação, o sistema já é o próprio acabamento, dispensando esta etapa da obra. Sua aplicação é diferente das demais, pois começa com a aplicação da placa OSB direto na estrutura de aço, utilizando-se parafusos autoportante. Deve-se tratar as bordas da placa OSB com tinta à óleo e selante, para garantir a estanqueidade; em seguida, é aplicada a membrana hidrófuga, utilizando-se grampos e, por fim, com o uso de parafusos específicos, instala-se o *siding*.

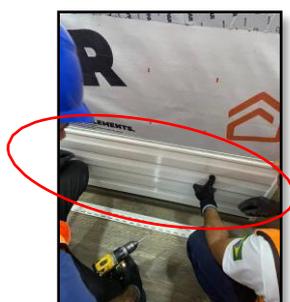


Foto 20: Aplicação da Placa *SIDING* VINÍLICO

d) SMART PAINEL (Foto 21) e SMART LAP (Foto 22): são sistemas de vedação interno e externo e também de acabamento. Possuem aplicação muito simples, necessitando, apenas, após aplicação da membrana hidrófuga, de parafusá-los com parafusos autoportantes; sua aplicação ocorre da mesma forma que o *siding* vinílico, diferenciando-se apenas no material final. Após a membrana hidrófuga, utilizam-se parafusos específicos para instalar as placas. Em específico, as peças da placa Smart Lap são dispostas angularmente sobre a parede, formando uma aparência de tábuas de madeira em escamas, diferente da Smart Pannel que é uma placa única. Por fim é aplicado um selante “PU” (poliuretano) para acabamento nos encontros e nos parafusos.



Foto 21: SMART PAINEL



Foto 22: SMART LAP

f) PLACA CIMENTICIA (Foto 23): é um tipo de vedação muito versátil, pois permite o uso de diversos tipos de acabamento, sejam pintura, cerâmica, texturas, entre outros. Suas instalações ocorrem como nos revestimentos *siding* vinílico que, após a instalação das placas OSB e da membrana hidrófuga, utilizam-se os parafusos específicos para fixar as placas cimentícias e, logo depois, é feito tratamento de superfície com tela de fibra de vidro, selacrilic, argamassa AC-1 e o tratamento de junta com fita telada e massa única, própria para placas cimentícias.



Foto 23: PLACA CIMENTICIA

3.9 Isolamento Termoacústico das vedações

O desempenho termoacústico de uma edificação é determinado pela sua capacidade de proporcionar condições de qualidade ambiental adequadas ao desenvolvimento das atividades para o qual ela foi projetada. Existem diversos materiais que podem ser usados junto ao sistema LSF, conferindo-lhe este desempenho termoacústico, tais como: lã de vidro, lã de rocha, lã de pet, entre outros. Na obra modelo, foi utilizada a lã de vidro. Antes de começar a aplicação do isolamento acústico, é necessário que a estrutura seja devidamente montada, com a vedação externa acabada e passagens hidráulicas e elétricas executadas. Em seguida, o isolante deve ser fixado entre as estruturas; as mantas de isolamento devem ser cortadas nas dimensões apropriadas e posicionadas entre os montantes verticais da estrutura e as travessas horizontais, de forma a preencher completamente o espaço entre essas estruturas.

4. Comparativo de custo entre o sistema LSF x sistema convencional de alvenaria de bloco cerâmico

Para o comparativo de custo entre os sistemas acima mencionados, foram utilizadas duas referências, quais sejam, para o sistema de vedação de alvenaria de bloco cerâmico de 14x29x9cm (mais utilizado), foi utilizada a composição fornecida pela tabela GOINFRA - Tabela de Composição de Preços - AGOSTO/2023; já para o sistema LSF, devido à dificuldade de se encontrar composições e ainda a pouca utilização do mesmo, foram utilizados como referência os trabalhos: LIGHT STEEL FRAME - RECOMENDAÇÕES DE PROJETO, PROCESSO CONSTRUTIVO E DETALHES ORÇAMENTÁRIOS e ESTUDO COMPARATIVO DE VEDAÇÃO ENTRE UMA PAREDE UTILIZANDO O MÉTODO LIGHT STEEL FRAMING E A ALVENARIA CONVENCIONAL, através de comparações entre a tabela SINAPI e pesquisas em empresas da região de Goiás, com a atualização dos preços dos insumos [16] [17].

A Seguir temos os custos por m² de construção:

COMPOSIÇÃO: ESTRUTURA, ALVENARIA 9X19X29 cm, CHAPISCO E REBOCO				
MATERIAIS	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Consumo	Valor total (R\$)
Cal hidratada	Kg	0,96	2,003	1,92
Cimento Portland CP II - 32	Kg	0,62	27,864	17,27
Areia média	m ³	174,74	0,107	18,70
Bloco Cerâmico 9x14x29cm 6 furos	Un	0,83	23,000	19,09
Brita nº 1	m ³	141,91	0,035	4,97
Brita nº 2	m ³	140,80	0,082	11,54
Aço CA-50 10mm	kg	7,43	2,28	16,94
Total Materiais				90,43
MÃO DE OBRA				
Pedreiro	H	19,27	0,919	17,72
Servente	H	11,53	2,256	26,02
Total Mão de obra				43,74
TOTAL GERAL				134,17

Tabela 1: Custo em R\$/m²- GOINFRA – AGOSTO/2023

COMPOSIÇÃO DO PAINEL C/ PERFIL LSF E PLACAS OSB				
MATERIAIS	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Consumo	Valor total (R\$)
Aço (perfil Ue 100x45x12,5 #0,95mm)	Kg	18,89	1,010	19,08
Placa OSB 9,5mm	m ²	55,98	1,400	78,37
Placa OSB 11,1 mm	m ²	52,083	1,400	72,92
Membrana hidrófuga	m ²	14,58	1,400	20,41
Placa de Gesso acartonado ru 2,40x1,20m #1,25cm	m ²	23,34	1,010	23,57
Parafusos e conexões	Un	0,2504	76,000	19,03
Total materiais				233,38
MÃO DE OBRA				
Montador + ajudante	H	88,89	0,970	86,22
Total mão de obra				86,22
TOTAL GERAL				319,61

Tabela 2: Custo em R\$/m² [16][17]

A partir deste estudo, pôde-se concluir que o sistema LSF Engenheirado tem valor elevado em comparação com a Alvenaria convencional de bloco cerâmico porém, devido ao seu peso reduzido, proporciona economia na fundação e possui agilidade na instalação dos sistemas

complementares. Outro fator importante é que as tabelas de composições unitárias como: SINAPI, GOINFRA e outras, não levam em consideração os possíveis desperdícios de materiais e atrasos que ocorrem nas obras; já o sistema LSF, por se tratar de um método planejado, industrializado e integralizado com os demais sistemas construtivos (elétrico, hidráulico, fundação etc.), proporciona orçamento mais preciso e confiável.

Vale destacar que a construção em série, por utilizar o modelo LSF Método Engenheirado, ajuda a reduzir, de forma significativa, o custo final da obra, pois a otimização do tempo e mão de obra são fatores de grande relevância.

5. Conclusão

O principal objetivo deste trabalho foi de apresentar o método construtivo *Light steel frame Engenheirado*, método em ascensão no Brasil, introduzindo conceitos e razões para se adotar o mesmo.

Foram constatadas vantagens como: precisão orçamentária, o alto nível de industrialização, possibilidade de controlar e mensurar exatamente todos os insumos que serão utilizados na construção e assegurar a fidelidade orçamentária do sistema. Além disso, em uma construção convencional, a média de descarte de resíduos é de 25%, já o LSF fica por volta de 2% a 5% de desperdício; alta rapidez de execução, mão de obra reduzida, sustentabilidade, por se tratar de uma construção a seco (o sistema LSF utiliza 90% menos água que uma construção convencional), além da base do sistema ser o aço que é 100% reciclável.

Foram constatadas, ainda, desvantagens do sistema como: falta de mão de obra especializada para garantir a qualidade final; aceitação cultural, pois apesar de estar em processo de crescimento no Brasil, há ainda uma grande resistência para substituir os processos tradicionais da construção civil e o custo elevado, quando feita em pouca escala ou obras de baixo padrão.

O método é altamente tecnológico e inovador, podendo se tornar uma das soluções para o problema da estagnação da construção civil brasileira e, à medida que se tornar mais popular, suas principais desvantagens, como o custo elevado, tendem a reduzir, devido à maior procura e utilização do mesmo; a mão de obra qualificada, que apesar de ser ainda reduzida, possui baixa barreira de entrada, já que é um sistema muito simples e prático, como pode ser observado durante o treinamento realizado pelo SENAI.

6. Referências Bibliográficas

1. TEIXEIRA, V. Sistema construtivo em paredes de concreto em obras residenciais – estudo de caso. Disponível em < <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4859> >
2. TEIXEIRA, L. A. S.; SIMPLICIO, M. C. A. A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame. *Boletim do Gerenciamento*, [S.l.], v. 2, n. 2, out. 2018. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/46>. Acesso em: 19 mar. 2023.
3. CAMPOS, P. F. C198L Light steel framing: uso em construções habitacionais empregados a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento / Patrícia Ferreira Campos. São Paulo, 2014.
4. STEINDORFER, O. B. Estudo de viabilidade econômica do sistema Light Steel Frame para construção de residencial de alto padrão / Otto Bessa Steindorfer. – 2018. 51 f. : il. Color.
5. SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.
6. OLIVIERI, H. et al. A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel Framing. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 17, n. 4, p.45- 60, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000400184>.
7. CHAN, D. K.; FONTANINI, P. S. P. ANÁLISE DO USO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME NA CONSTRUÇÃO CIVIL. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 1., 2017. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2017. DOI: 10.17648/tecsic-2017-72098. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/2421>. Acesso em: 16 dez. 2023. SENAI – construindo em Light Steel Frame 2023
8. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7008-1 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga de zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente
9. ABNT. NBR 15253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações: requisitos gerais
10. SANTIAGO, A. & NEVES RODRIGUES, M. & OLIVEIRA, M. Light steel framing como alternativa para a construção de moradias populares. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA – São Paulo 2010.
11. ABNT. NBR 16970- Light Steel Framing — Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas. [S.l.], p. 30. 2022.
12. TECNOFRAME. TECNOFRAME. Por que utilizar Perfil Engenheirado ?, 2019. Disponível em: <<https://tecnoframe.com.br/por-que-utilizar-perfil-engenheirado/>>. Acesso em: 15 abril 2022.
13. ABNT. NBR 16970 -Projetos e execuções de fundação.
14. CARBALLAL JUNIOR, José Lois. Ancoragem ao concreto: chumbador químico. 2013. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
15. COELHO, A. S. R. Light steel frame - recomendações de projeto, processo construtivo e detalhes orçamentários. FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – Brasília 2014.
16. MARCOMINI, L. H. de B. ., MAROTTA, L. I. M. ., LIVRAMENTO, D. E. do ., OLIVEIRA, I. R. B. de ., & SANTOS, G. S. . (2023). Estudo comparativo de vedação entre uma parede utilizando o método light steel framing e a alvenaria convencional. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 9(2), 330–345. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i2.8470>

Para: fidelis porto; Gustavo Sismeiro

Boa tarde

Fidelis, se são as informações repassadas no curso, que não contém nenhum registro confidencial ou restrito, podem utilizar as imagens.

Atenciosamente,



ESPAÇO SMART
Tudo para Construção a Seco

Ana Claudia Diniz de Almeida
Recursos Humanos

(42) 99907-4460
ana.diniz@espacosmart.com.br
www.espacosmart.com.br
Av. Senador Flávio Guimarães, 2707, Boa Vista, PG

Autorização para o uso e divulgação da empresa Espaço Smart e do curso Sistema Construtivo em LSF – Método engenheiro



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

R. Universitária, 1000 - Setor Universitário
Cidade Universitária - CEP 74605-010
Goiânia - Goiás - Brasil
Fone: (62) 3248.1000
www.pucgoias.edu.br e reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Fidelis Porto Palhares do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2022.1.0025.0042-0, telefone: (62)99999-0690, e-mail fidelisportopalhares@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Sistema Construtivo em Light Steel Frame, Método Engenheirado, em obras civis**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 04 de dezembro de 2023.

Assinatura do autor:

Fidelis Porto Palhares

Nome completo do autor:

Fidelis Porto Palhares

Assinatura do professor-orientador:

Adriane Borges de Paula Couto

Nome completo do professor-orientador:

Adriane Borges de Paula Couto



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1066 • Setor Universitário
Cidade Postal 80 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3449.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Victor Ataides Freitas do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017.1.0025.0205-9, telefone: (62)98304-9104, e-mail victorataidesfreitas@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Sistema Construtivo em Light Steel Frame, Método Engenheirado, em obras civis**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 04 de dezembro de 2023.

Assinatura do autor: Victor A. Freitas

Nome completo do autor: Victor A. Freitas

Assinatura do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto

Nome completo do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto