

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

JOSIEL JOAQUIM DE OLIVEIRA

**OS BENEFÍCIOS NO USO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Paracatu

2019

JOSIEL JOAQUIM DE OLIVEIRA

**OS BENEFÍCIOS NO USO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Sistemas/métodos construtivos

Orientador: Prof. Matheus Dias Ruas

Paracatu

2019

JOSIEL JOAQUIM DE OLIVEIRA

**OS BENEFÍCIOS NO USO DO SISTEMA
CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NA CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Sistemas/métodos construtivos

Orientador: Prof. Matheus Dias Ruas

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, 21 de novembro de 2019.

Prof. Matheus Dias Ruas
Centro Universitário Atenas

Prof^a. Éllen Mayara Santos Cardoso
Centro Universitário Atenas

Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula
Centro Universitário Atenas

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida e autor de meu destino. E peço ao Senhor que sempre me ajude a ser sempre melhor do que fui ontem, seguindo os princípios das Escrituras Sagradas, que nos ensina a amar a Ele e ao próximo. Dedico também a minha amada esposa, pela amizade, compreensão e apoio nos momentos mais difíceis. Dedico ao meu pai e minha mãe (*in memoriam*) por sempre acreditar na minha capacidade, me encorajarem e se dedicarem tanto para o meu bem.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu tudo, pois sem ele nada do que tenho conquistado seria possível, seu amor, sua graça e salvação através do seu filho Jesus Cristo é o que me faz levantar cada manhã e buscar ser uma pessoa melhor, Ele quem me concedeu saúde e força para superar as dificuldades vividas durante esse período.

À minha amada esposa, melhor amiga e companheira de todas as horas, Naiara Natália Silva Oliveira, pelo carinho, compreensão, amor e por sempre me apoiar durante a faculdade.

À minha mãe, Maria do Carmo Castro Oliveira (*in memoriam*), uma grande guerreira de oração, mãe dedicada, batalhadora, honesta, que não economizou amor, carinho e compreensão, me apoiando em tudo e me ajudando sempre que possível de forma incondicional. Sua força, garra e ensinamentos me inspiraram e me inspiram até hoje após sua partida.

Ao meu Pai, Eduardo Joaquim de Oliveira, um verdadeiro pai, meu herói, trabalhador e batalhador, um bom homem que não mediu esforços para trazer o sustento para casa e criar todos os filhos com muita dedicação e amor, homem honesto e dedicado ao bem estar de toda a família e que também se torna um grande motivo de inspiração para mim.

Aos meus irmãos José Edilênio Joaquim de Oliveira, Maria Regilene Joaquim de Oliveira, Marilene Joaquim de Oliveira (*in memoriam*), Alênio Joaquim de Oliveira, Ezequiel Joaquim de Oliveira e Núbia Joaquim de Oliveira que sempre estiveram presentes na minha vida, me apoiando e sendo um incentivo para mim.

A toda família Oliveira, cunhados e cunhadas, tios e tias, primos e primas, sobrinhos e sobrinhas. E também a toda a família Silva, sogro, sogra e cunhados.

Aos amigos do grupo de estudos, do qual tive orgulho de fazer parte, agradeço a todos pela amizade, paciência e convivência destes anos.

Ao meu professor e orientador Matheus Dias Ruas, pelas correções e incentivos, a coordenadora do curso de Engenharia Civil Glenda Messias Colin, aos meus professores Carlos Eduardo Ribeiro Chula, Éllen Mayara Santos Cardoso e a todos os professores que com muito esforço e paciência transmitiram experiências e conhecimento, nos proporcionando a oportunidade de uma boa formação.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu. Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou; tempo de matar, e tempo de curar; tempo de derrubar, e tempo de edificar; tempo de chorar, e tempo de rir; tempo de prantear, e tempo de dançar; tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar, e tempo de afastar-se de abraçar; tempo de buscar, e tempo de perder; tempo de guardar, e tempo de lançar fora; tempo de rasgar, e tempo de coser; tempo de estar calado, e tempo de falar; tempo de amar, e tempo de odiar; tempo de guerra, e tempo de paz.

Eclesiastes 3:1-8

RESUMO

O presente trabalho é uma pesquisa de cunho bibliográfico sobre os benefícios no uso do *Light Steel Framing* construção civil. Para entender melhor acerca do tema primeiramente buscou-se compreender a história e como se desenvolveu esse método construtivo, além de suas principais características e dos componentes utilizados no sistema *Light Steel Framing*. Em seguida propôs-se entender as principais vantagens no uso do sistema *Light Steel Framing* na construção civil em comparação com o sistema convencional de alvenaria. Por fim foram apresentados a aplicação e as normas regulamentadoras necessárias que garantem o desempenho das edificações. A partir dos dados coletados observou-se a importância do uso de novas tecnologias construtivas que atendam aos requisitos necessários e demandas atuais na construção civil, assim como também que estejam de acordo com as normas internacionais de desenvolvimento sustentável. O resultado obtido permite concluir que os benefícios apresentados poderão produzir crescimento e evolução no setor construtivo.

Palavras chave: Tecnologias construtivas. Edificações. Desenvolvimento Sustentável.

RÉSUMÉ

Le présent travail est une recherche bibliographique sur les avantages de l'utilisation de charpentes en acier léger dans la construction civile. Pour mieux comprendre le thème, nous avons d'abord essayé de comprendre l'histoire et la façon dont cette méthode constructive a été développée, en plus de ses caractéristiques principales et des composants utilisés dans le système de cadre en acier léger. Ensuite, il a été proposé de comprendre les principaux avantages de l'utilisation du système d'ossature en acier léger dans la construction civile par rapport au système de maçonnerie classique. Enfin, l'application et les normes réglementaires nécessaires garantissant la performance des bâtiments ont été présentées. À partir des données collectées, il a été observé qu'il était important d'utiliser de nouvelles technologies de construction répondant aux exigences et aux exigences actuelles de la construction, ainsi qu'aux normes internationales en matière de développement durable. Le résultat obtenu permet de conclure que les avantages présentés peuvent générer de la croissance et de l'évolution dans le secteur de la construction.

Mots-clés: *Technologies constructives. Bâtiments. Développement durable.*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Primeiro Protótipo apresentado de <i>Light Steel Frame</i>	15
FIGURA 2- Perfil estrutural de aço galvanizado e de madeira	16
FIGURA 3- Desenho esquemático de uma construção em LSF	17
FIGURA 4- Comparativo <i>Light Steel Framing</i> X Alvenaria Convencional	22
FIGURA 5- Casa residencial em LSF	29
FIGURA 6- Edificação comercial em LSF	29
FIGURA 7- Fechamento de fachada em LSF da Caixa Econômica Federal	30
FIGURA 8- Fachada de edifício em LSF	30
FIGURA 9- Normas brasileiras regulamentadoras aplicadas ao LSF	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	11
1.2 HIPÓTESES	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 OBJETIVO GERAL	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4 JUSTIFICATIVA	13
1.5 METODOLOGIA	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME	15
2.1 HISTÓRIA DO LIGHT STEEL FRAME	15
2.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING	16
2.3 FUNDAÇÃO	18
2.4 PAINÉIS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS	18
2.5 LAJES	18
2.6 COBERTURAS	19
2.7 FECHAMENTO VERTICAL	19
2.8 LIGAÇÕES E MONTAGEM	20
3 AS VANTAGENS DO LSF EM RELAÇÃO A ALVENARIA CONVENCIONAL	21
3.1 STEEL FRAMING X ALVENARIA CONVENCIONAL	21
3.2 SISTEMA CONSTRUTIVO INDUSTRIALIZADO	23
3.3 O USO DO AÇO COMO MATERIA PRIMA PRINCIPAL	23
3.4 RAPIDEZ NA EXECUÇÃO E ALTA PRODUTIVIDADE	24
3.5 RACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA	24
3.6 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	25
3.7 SISTEMA CONSTRUTIVO À SECO	25
3.8 MANUTENÇÃO/INSTALAÇÃO ELÉTRICAS E HIDRO SANITÁRIAS FACILITADA	26
3.9 MELHOR DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO	27
4 APLICAÇÃO DO LSF E NORMAS REGULAMENTADORAS	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O sistema de construção *Light Steel Framing* (LSF) já é consagrado em diversos países como os Estados Unidos, Canadá, Chile e Japão. Esse sistema tem avançando em diversos países e tem se mostrado como uma das melhores alternativas no setor da construção civil atual, por se alinhar às necessidades deste século: prazos curtos, eficiência produtiva, redução de impacto ambiental, mão de obra qualificada e economia (CICHINELLI, 2017).

Gorgolewski (2006), afirma que ultimamente diversos países tem demonstrado interesse no uso do LSF, quando se trata de habitações residenciais, pois esse sistema colabora para o crescimento da especialização e da mão de obra qualificada, concebendo padrões elevados de edificações.

Segundo Vivan; Paliari e Novaes (2011), no processo da construção de edificações, principalmente de pequeno porte observa-se ter sua produção de modo artesanal, com pouca aplicação de uma administração com base científica. Isso, aliado a negligência de profissionais durante o processo de execução, acaba gerando patologias e improdutividade. Esse fator se intensifica com o aumento da demanda de obras.

Com o aumento de construções residenciais, também surgem novas oportunidades no mercado, trazendo diversas tecnologias e novas metodologias objetivando proporcionar melhores benefícios, e assim vai ocorrendo o aperfeiçoamento dos sistemas já existentes e também criando métodos construtivos alternativos para atender a demanda.

O presente trabalho pretende compreender o sistema construtivo alternativo LSF, abordando seus benefícios na construção civil como seu eixo central. Esta pesquisa também pretende apresentar a aplicação desse método e suas possibilidades de uso em vários tipos de obras na construção civil.

1.1 PROBLEMA

O uso da tecnologia e métodos construtivos alternativos em obras de engenharia podem trazer muitas vantagens para os profissionais e empresas que procuram melhorar a produtividade, a competitividade e se adequar as normas estabelecidas para o desenvolvimento sustentável. O sistema LSF se mostra com um grande

potencial nesse quesito, podendo proporcionar diversas melhorias para a construção civil, diante deste cenário quais os benefícios do uso do sistema *Light Steel Framing* na construção civil?

1.2 HIPÓTESES

- a) as edificações devem atender requisitos de segurança, higiene, salubridade, harmonia estética e acessibilidade. Além disso, seu processo de construção deve ser melhorado com busca de tecnologias que venham promover sustentabilidade, agilidade e segurança. Desta forma o uso do LSF, se configura como uma atividade de grande valia para promover avanços na construção civil;
- b) a utilização de materiais recicláveis e redução de desperdícios promovem a sustentabilidade na construção civil, mitigando seus efeitos negativos e produzindo efeitos positivos em um dos ramos que mais prejudicam o meio ambiente;
- c) a especialização e qualidade da mão de obra, como exigido no LSF, juntamente com um bom planejamento, produzem agilidade na construção e geram melhores padrões na construção das edificações.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho é mostrar os benefícios da utilização do sistema *Light Steel Framing* na construção civil.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Apresentar o processo do sistema construtivo *Light Steel Framing*.
- b) Evidenciar as vantagens do uso do sistema *Light Steel Framing* em relação ao método de alvenaria convencional.

c) Demonstrar a aplicação do sistema *Light Steel Framing* na construção civil.

1.4 JUSTIFICATIVA

Diferente do método tradicional de alvenaria, muito utilizado nos dias atuais, principalmente no Brasil, o LSF possui grandes diferenciais como construção “a seco” e o uso de aço leve em sua estrutura. Se destacando atualmente como uma metodologia construtiva alternativa, com vantagens específicas devido sua estrutura e execução (GOMES, *et al.* 2016).

O tema do presente trabalho surgiu da necessidade de aprofundar os estudos acerca da importância da utilização de novos sistemas construtivos na construção civil.

A abordagem deste assunto tem grande repercussão nos dias atuais, até mesmo para que os profissionais da área da construção civil em seus respectivos trabalhos tenham ciência da extrema relevância e possibilidade da aplicação desse método, e em especial aos futuros profissionais atuais estudantes que logo serão inseridos no mercado de trabalho e certamente serão potenciais profissionais da área da construção civil.

No decorrer do texto o material levantado será necessário para a resolução do problema proposto. Este estudo aborda assim um tema de grande relevância para acadêmicos de Engenharia civil e áreas afins, que terão material para fazer suas futuras pesquisas acerca do tema.

1.5 METODOLOGIA

O presente trabalho é de natureza bibliográfica, baseando-se em conhecimentos já elaborados por doutrinadores conceituados por seus estudos nos campos da engenharia civil.

A pesquisa bibliográfica se constitui no levantamento da literatura sobre o conteúdo que se deseja compreender (MEDEIROS, 2014). Para Gil (2002), a vantagem primordial de uma pesquisa bibliográfica está no fato de possibilitar que o investigador tenha uma série de fenômenos mais amplos do que poderia investigar diretamente.

O levantamento bibliográfico deste estudo foi obtido por meio da pesquisa em livros da biblioteca do Centro Universitário Atenas, artigos disponíveis nas revistas eletrônicas e em sites de pesquisa acadêmica.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo foi apresentada a introdução sobre o tema, juntamente com o problema de pesquisa, as hipóteses de estudo, objetivo geral e objetivos específicos, as justificativas, a metodologia utilizada e a definição estrutural da monografia.

No segundo capítulo foi apresentado a história e o processo do sistema construtivo LSF, abordando um pouco da sua evolução e tecnologia atual.

No terceiro capítulo foi evidenciado as vantagens do sistema construtivo LSF, comparando-o com o sistema construtivo de alvenaria convencional.

No quarto capítulo foi apresentado a utilização do sistema construtivo, demonstrando sua aplicação, e as normas necessárias a serem observadas.

No quinto capítulo foi feita as considerações finais acerca do tema abordado, apresentando os resultados alcançados.

2 O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME

2.1 HISTÓRIA DO LIGHT STEEL FRAME

Santiago, Freitas e Crasto (2012), afirmam que o LSF teve início no século XIX. Inspirado no “*Wood Frame*” que era a tipologia residencial mais utilizada nos Estados Unidos, colonizadores utilizando materiais da região, empregaram sistemas mais rápidos e produtivos nas edificações habitacionais em territórios americanos, devido ao grande crescimento populacional.

Um século mais tarde o protótipo de uma construção residencial em *Light Steel Frame* (Figura 1), o qual utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira foi apresentado pela primeira vez em 1933, devido ao desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, sendo lançado na Feira Mundial de Chicago (FREITAS; CRASTO, 2006).

FIGURA 1- Primeiro Protótipo apresentado de Light Steel Frame

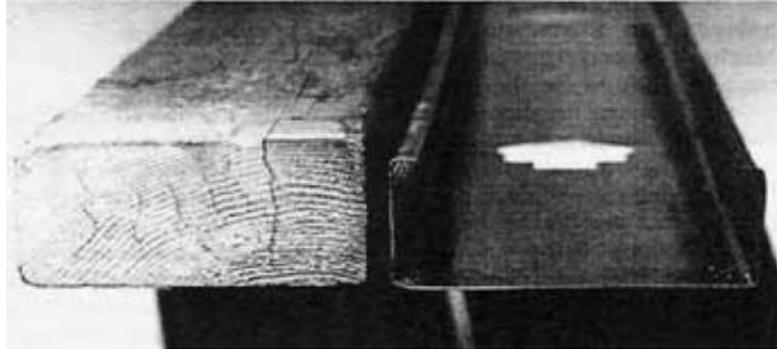


Fonte: SANTIAGO, A. K., FREITAS, A. M. e CRASTO, R. **Steel Framing:** arquitetura. 2.ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

Após a metade do século XX, foram disponibilizadas pelas siderúrgicas americanas, aços menos espessos e com maior resistência à corrosão, surgindo assim a nova tecnologia de aços galvanizados, promovendo lentamente a troca de forma gradual de estruturas feitas de madeira por perfis de aço (Figura 2). Em 1992 com a passagem do furacão Andrew pela costa leste americana, houve uma grande

destruição, que provocou a elevação do custo do *Wood Framing* e a diminuição do custo do LSF. Incentivando assim a aplicação e desenvolvimento da nova tecnologia metálica. (JARDIM; CAMPOS, 2004).

FIGURA 2- Perfil estrutural de aço galvanizado e de madeira



Fonte: SANTIAGO, A. K., FREITAS, A. M. e CRASTO, R. **Steel Framing:** arquitetura. 2.ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

Crasto (2005), confirma que o crescimento da economia americana juntamente com o aumento na produção de aço no período pós 2ª guerra mundial, proporcionou melhorias nos métodos de fabricação de perfis de aço formados a frio e também impulsionou o uso dos perfis de aço, os quais foram substituindo os perfis de madeira, passando a serem vantajosos devido sua maior resistência, eficiência estrutural e também por proporcionar a estrutura uma melhor capacidade de resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões.

O LSF é um método construtivo que é muito utilizado em países que as edificações são predominantemente industrializadas, porém no Brasil o sistema ainda é pouco conhecido, pois o método mais utilizado é o método artesanal (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

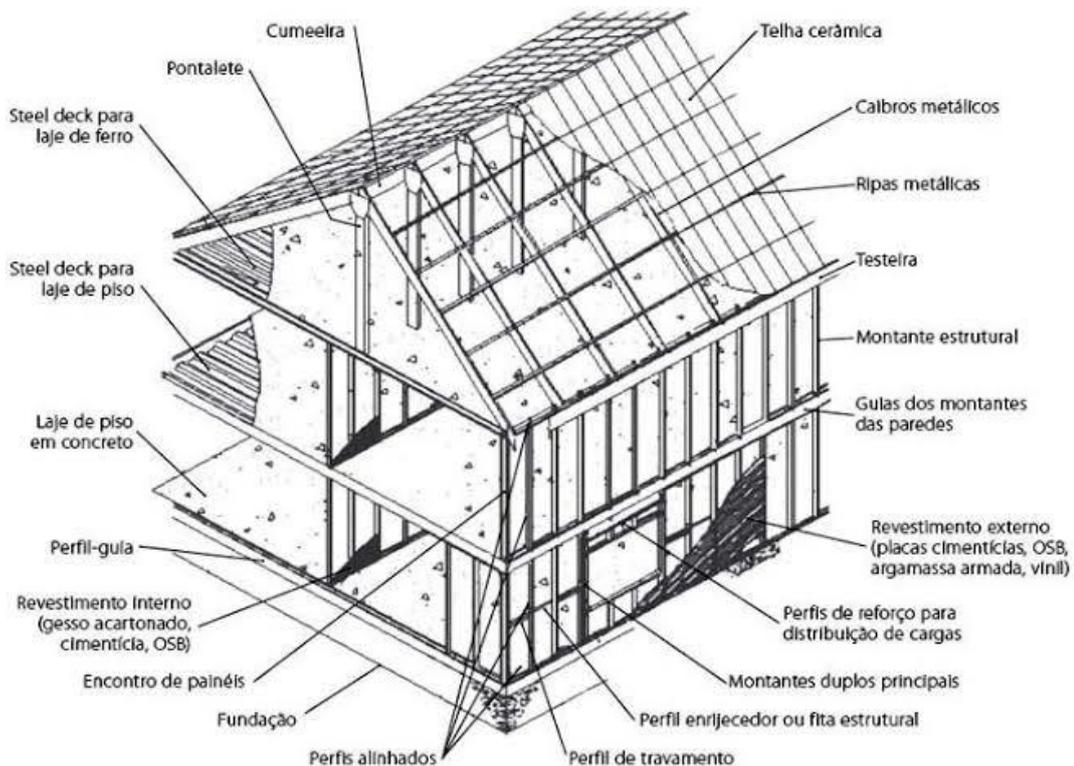
Porém, Jardim e Campos (2004), destacam que no Brasil, o LSF tem ganhado uma boa projeção, principalmente devido a incentivos e esforços da iniciativa privada. Atualmente prédios, escolas, hospitais e residências construídas com esse sistema podem ser encontradas em diversas regiões do país.

2.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

De acordo com Basso *et al.* (2014), a denominação desse sistema se dá pelo fato da utilização de aço leve galvanizado como principal elemento, sendo assim de

baixo peso. *Light Steel Framing* é traduzido do inglês para o português como: *Light* (Leve), *Steel* (Aço) e *Framing* (Esqueleto estrutural) sendo definido como um sistema que trabalha como um esqueleto estrutural de aço leve, juntamente com outros elementos que conectados entre si, funcionam como um conjunto suportando os esforços atuantes na obra.

FIGURA 3- Desenho esquemático de uma construção em LSF



Fonte: SANTIAGO, A. K., FREITAS, A. M. e CRASTO, R. **Steel Framing:** arquitetura. 2.ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

Light Steel framing é um método construtivo de reconhecimento mundial, sendo de concepção racional, destaca-se o fato de que sua estrutura é composta por perfis de aço galvanizado formados a frio que são usados para compor os painéis estruturais (pisos, paredes e cobertura) e não-estruturais (vedações e fechamentos) vigas de piso, tesouras de telhado, vigas secundárias e demais componentes. Todos esses elementos juntos, proporcionam integridade estrutural da construção, resistindo aos esforços presentes na estrutura (CRASTO, 2005).

Lima (2013), acrescenta que todo esse sistema é ligado por meio de parafusos, sendo composto por um conjunto autoportante, que são dimensionados com o objetivo de transmitir e receber todos os esforços atuantes na edificação.

2.3 FUNDAÇÃO

A escolha da fundação depende de fatores como topografia, tipo de solo, nível do lençol freático e da profundidade de solo firme, assim como em outros sistemas, não dispensando as informações que são coletadas através da sondagem. Porém normalmente é constituída por fundações rasas do tipo “*radier*”, quando assim o tipo de terreno permite, e ainda em outros casos mais raros utilizasse sapatas corridas. As fundações devem ser efetuadas de acordo com o processo de construção convencional e da mesma forma deve ser observado o isolamento contra a umidade (CRASTO, 2005).

Klein e Maronezi (2013), afirmam que a estrutura é muito leve, e que os seus componentes exigem bem menos do que as estruturas de outros sistemas de edificações, diminuindo assim o custo da fundação. A estrutura distribui a carga de modo uniforme, fazendo que a fundação seja de forma contínua, podendo assim suportar os painéis ao longo de toda a sua estrutura.

2.4 PAINEIS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS

Os painéis podem ser estruturais ou autoportante, quando é um componente da estrutura, assim, suportando cargas internas e externas da obra, compondo as paredes da edificação, funcionando como parte do sistema estrutural. Dessa forma os painéis estruturais têm a responsabilidade de absorver as cargas horizontais provenientes do vento e também de abalos sísmicos e além disso absorve também as cargas de peso próprio e sobrecarga, direcionando-as até a fundação (FREITAS; CRASTO, 2006).

Além disso podem ser também não estruturais funcionando somente como fechamento externo ou divisória interna, os painéis são associados a elementos de vedação se tornando assim na sua funcionabilidade como as paredes de construção convencional (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

2.5 LAJES

Sobre as lajes, Crasto, (2005), declara que a estrutura em *LSF* é feita com o mesmo princípio dos painéis, no qual, perfis galvanizados de elementos estruturais

é determinada pelas cargas a que cada perfil está submetido. A modulação, normalmente, é a mesma para toda a estrutura: painéis, lajes e telhados.

Os perfis usados necessitam ter boa resistência e enrijecimento, objetivando suportar as cargas e evitando deformações acima das exigidas por norma. Crasto (2005), esclarece também que a laje poderá ser do tipo úmida, utilizando chapas metálicas ondulada fixadas as vigas e preenchida com concreto servindo de base ao contra piso, ou do tipo seca utilizando placas rígidas de *Oriented Strand Board* (OSB), cimentícias ou outras que são fixadas à estrutura do piso.

2.6 COBERTURAS

A versatilidade do método construtivo LSF permite a realização e variação dos tipos de projetos de cobertura. Em telhados inclinados, a estrutura em LSF são similares, seguindo o mesmo conceito estrutural dos telhados em madeira. De acordo com Moliterno (2003), o telhado é formado de duas partes principais:

- Cobertura: Podendo utilizar variados materiais que sejam resistentes a ação do vento e intempéries, e impermeáveis às águas pluviais.
- Armação: Conjunto de elementos estruturais que sustentam a cobertura, sendo composto por ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos.

No método construtivo LSF utiliza-se basicamente dois tipos de coberturas que são as coberturas planas, normalmente assentadas como laje úmida com uma inclinação executada com a variação da espessura do contra piso do concreto proporcionando o caimento da água e as coberturas inclinadas que assemelhasse ao telhado de madeira com estruturas de caibros ou por meio de tesouras ou treliças (CRASTO, 2005).

2.7 FECHAMENTO VERTICAL

As paredes internas e externas formam o fechamento vertical de uma edificação. No LSF, os componentes de fechamento são constituídos por componentes leves, ajustados com a estrutura e dimensionado para suportar vedações de baixo peso próprio. Estes componentes devem ser distribuídos na área externa da estrutura formando uma “pele” e junto com os perfis galvanizados vão constituir as vedações da construção sejam elas externas ou internas (FREITAS; CRASTO, 2006).

Os produtos fornecidos para a vedação das construções em LSF são disponibilizados em chapas e placas, variando as espessuras sendo que os mais empregados são: Placas OSB, *siding* vinílico, placa cimentícia, gesso acartonado, e em casos mais raros a alvenaria (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

As placas na parte externa ou que ficam em áreas molhadas devem ser revestidas e impermeabilizadas para evitar umidade. Para isso devem ser protegidas externamente da umidade e da água, através de uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade e materiais para isolamento como lã de vidro ou lã de rocha, os quais são inseridos dentro dos fechamentos, para bom desempenho termo acústico (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

2.8 LIGAÇÕES E MONTAGEM

Na concepção de Elhaji (2004), existem diversas conexões e ligações para estruturas de aço e seus elementos que o compõem, mesmo que nem todas elas sejam tão utilizadas. As ligações são de suma importância, porém, muitas vezes não se dá a atenção necessária ao assunto, podendo assim prejudicar o desempenho estrutural e elevar os custos da obra. Assim a escolha de um tipo específico de ligação ou fixação depende dos seguintes fatores:

- Condições de carregamento;
- Tipo e espessura dos materiais conectados;
- Resistência necessária da conexão;
- Configuração do material;
- Disponibilidade de ferramentas e fixações;
- Local de montagem, se no canteiro ou em uma fábrica ou oficina;
- Custo;
- Experiência de mão de obra;
- Normatização.

Os parafusos usados em LSF são em aço carbono com tratamento cementado e temperado, e recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica para evitar a corrosão e proporcionar características similares à estrutura galvanizada (ELHAJJ, 2004).

3 AS VANTAGENS NO USO DO LSF EM RELAÇÃO A ALVENARIA CONVENCIONAL

3.1 STEEL FRAMING X ALVENARIA CONVENCIONAL

No Brasil, prevalece o sistema convencional de construção em alvenaria o qual é na sua maior parte artesanal, sendo empregado para diversas tipologias de edificações: industriais, comerciais ou residenciais. Nesta forma de construção o concreto armado estrutural junto com a alvenaria de blocos cerâmicos, atuam no isolamento e também fechamento da construção (BRUMATTI, 2008).

Brumatti (2008), declara ainda que o concreto armado aliado a alvenaria se torna um dos mais importantes elementos da arquitetura, sendo utilizado em várias tipologias de estruturas, podendo tolerar cargas de tração e compressão devido ao fato do concreto ter boa resistência quanto a compressão, e o aço uma boa resistência a tração.

É a forma construtiva mais usada pois a cultura, o custo mais baixo juntamente com a fama popular do concreto armado, que apresenta características de boa durabilidade e economia, se destacam frente a outros métodos construtivos, outro fator influenciador é que outros métodos construtivos carecem de mão de obra mais especializada (BRUMATTI, 2008).

Crasto (2005) observa que o LSF, proporciona diversas vantagens quando comparado ao sistema convencional utilizado no Brasil. A metodologia LSF, possui características positivas que aliado a possibilidade de utilizar diversos materiais, promovem melhorias na edificação (BATTISTELLA, 2011).

De acordo com Santiago e Araújo (2013), o método convencional em alvenaria, tem como característica principal o grande desperdício de materiais, se tornando também um grande produtor de resíduos além da lentidão na produção, sendo também mais suscetível às patologias durante o tempo de vida útil, por isso o LSF deve ser levado em consideração como uma importante colaboração na industrialização para o setor construtivo. Algumas diferenças comparativas entre os dois sistemas são demonstradas na figura 4, destacando-se algumas vantagens do LSF em relação ao sistema convencional de alvenaria.

FIGURA 4-Comparativo *Light Steel Framing* X Alvenaria Convencional

LIGHT STEEL FRAMING	ALVENARIA CONVENCIONAL
Pouca possibilidade de aparecimento de fissuras.	Sujeito ao aparecimento de fissuras.
Sistema industrializada, mão de obra qualificada.	Sistema artesanal, mão de obra pouco qualificada.
É um sistema ecologicamente correto. O aço, é reciclável e parte integrante do sistema em STF.	É um sistema que usa produtos que afetam o meio ambiente: areia, tijolo, brita, etc.
Estrutura de aço galvanizado que obedece aos mais rigorosos conceitos de qualidade, tendo certificação internacional.	Estrutura de concreto armado. Sua qualidade depende de diversos fatores inconstantes: mão de obra, umidade, matéria prima, temperatura, etc.
Limpeza e organização no lugar da obra.	Grande dificuldade de limpeza e muita sujeira no local da obra.
Telhados em estrutura de aço galvanizado. Tem a mesma durabilidade do próprio imóvel, ou seja, acima de 300 anos.	Telhados em estrutura feito com madeiras menos nobres. Sua durabilidade é em média 20 anos.
Isolamento térmico máximo. Graças a lã de vidro introduzido em todas as paredes e forros, além de outras camadas, a casa se comporta como um grande isolante térmico, dificultando a entrada de calor pelas paredes. Sem custo para manutenção da temperatura da casa.	Quase não existe isolamento térmico. O calor ultrapassa as paredes com facilidade. Alto custo de manutenção em relação a temperatura.
Prazo de execução pode ser inferior a 90 dias.	Prazo de execução maior que 90 dias.
Uso de água reduzido, sistema construtivo "a seco".	A água é utilizada em grande escala no processo de execução da obra.
Fácil de ampliar, rápido e de limpeza simples, materiais podem ser reaproveitados.	Qualquer tipo de reforma é demorado, causando transtorno e dores de cabeça, com sujeira desperdício de materiais.
Apresenta resistência contra terremotos, fortes ventos ou furacões.	Pode ser usado somente em países com climas amenos e sem risco de abalos sísmicos.
Pintura executada em superfície lisa e plana.	Pintura executada em superfície imperfeita e ondulada.

Fonte: CARREGARI, Luana. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas.** Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas13620100>>. Acesso em: 2 set. 2019.

3.2 SISTEMA CONSTRUTIVO INDUSTRIALIZADO

A industrialização dos processos construtivos no Brasil tem sido possível graças aos novos rumos e mudanças consideráveis no mercado atual, no qual a utilização de novas tecnologias tem sido possível (FREITAS; CRASTO, 2006).

A utilização de produtos padronizados com uma avançada tecnologia é a base da industrialização, fazendo assim com que os componentes, que fabricados de forma industrial tenham sistemáticos e rígidos controles de qualidade, desde sua matéria prima até os sistemas de fabricação, assim como também seu acabamento e características (NORONHA, *et al.* 2015).

Santiago; Freitas e Crasto (2012), confirmam que os produtos que compõe o LSF são padronizados, tendo tecnologia avançada de forma que os elementos construtivos são produzidos de forma industrial, onde além da matéria prima utilizada, os procedimentos de produção, suas características técnicas, e seu acabamento são submetidos a rigorosos controles, atestando sua qualidade.

Freitas e Crasto (2006), confirmam ainda a facilidade de se obter perfis conformados a frio, pois são muito usados pela indústria. Outro fator importante destacado é liberdade arquitetônica, que permite as diversas formas e componentes em projeto quando devidamente dimensionadas.

3.3 O USO DO AÇO COMO MATERIA PRIMA PRINCIPAL

Já é comprovada a resistência e o elevado controle que atesta a qualidade do aço tanto nos produtos como na fabricação da matéria prima, o qual admite uma melhor precisão dimensional, garantindo também um melhor desempenho estrutural. (CRASTO, 2005).

Na concepção de Santiago, Freitas e Crasto (2012), outros atributos do aço é o fato dele ser um material incombustível e reciclável, com a possibilidade de ser reciclado várias vezes e mesmo assim manter suas propriedades. No LSF o aço presente na sua estrutura proporciona grande durabilidade, isso porque os perfis recebem tratamento evitando corrosão, além do processo de galvanização proporcionando longevidade e durabilidade estrutural (BATTISTELA, 2011).

Devido ao baixo peso, o uso de perfis de aço leve proporciona uma estrutura mais leve suavizando custos com fundação; outra vantagem é a facilidade de

montagem do sistema e compatibilização com diversos materiais, podendo ser aplicado em ampliações de edificações que já foram finalizadas, compondo paredes de vedação em estruturas de outra tipologia e podendo ser utilizadas no fechamento de fachadas (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

3.4 RAPIDEZ NA EXECUÇÃO E ALTA PRODUTIVIDADE

Segundo Noronha *et al.* (2015), com o aumento crescente na demanda por edificações, é necessário construir de forma mais ágil, mas sem deixar de levar em consideração as questões ambientais, efetuando um menor desperdício e promovendo diminuição na geração de resíduos.

Os elementos utilizados no LSF são industrializados contando com a facilidade na montagem e movimentação devido a sua leveza. Além disso, sua execução pode ser resumida à montagem dos componentes fixando parafusos rapidamente e de forma segura. O canteiro se torna um local de montagem ganhando assim desenvoltura na execução das ligações e agilidade na construção (FREITAS e CRASTO, 2006).

Santiago; Freitas e Crasto (2012), destacam a considerável diminuição de tempo de obra, sendo que produção dos elementos podem ocorrer juntamente com a execução das fundações, desta forma é possível trabalhar em várias frentes de serviços de forma simultânea. Sobre esta vantagem, Pinho (2009), acrescenta que no caso de uma obra comercial, qualquer diminuição de prazos promovida por processos simultâneos, representa lucro e amortização do investimento.

3.5 RACIONALIZAÇÃO DO SISTEMA

Pereira e Coelho (2018), definem construção racional como conjunto de técnicas adequadas que deverão ser seguidas, objetivando garantir o aproveitamento de materiais e também da mão de obra, ao máximo, diminuindo ao máximo os desperdícios que são gerados devido a ausência de planejamentos e empregando técnicas que garantam um alto coeficiente de precisão ao executar o projeto, extraíndo ao máximo cada material, formando dessa forma, uma edificação racionalizada e de qualidade.

A racionalização construtiva tem como objetivos a diminuição do consumo

exagerado de materiais e também de mão de obra, uniformização dos produtos, preparação para a aplicação de técnicas racionalizadas em etapas posteriores, aumento do nível organizacional do trabalho, aumento da segurança (evitando perdas materiais e humanas), aumento do desempenho e qualidade e redução das manifestações patológicas (FRANCO, 1992).

Conforme Freitas e Crasto (2006), o uso de novas tecnologias se faz necessário como a melhor maneira de conseguir a racionalização de processos e suprir os anseios dos clientes. O sistema LSF se destaca como uma tecnologia que possui como fundamentos características como: facilidade na obtenção de perfis de aço no mercado nacional, insumos completamente industrializados permitindo assim um bom controle de qualidade, e facilidade de montagem, sendo um sistema conhecido internacionalmente.

3.6 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Brundtland (1991), declara que em resumo “as ações que satisfaçam as necessidades presentes, sem comprometer as necessidades das futuras gerações”, este foi um conceito formulado por uma comissão da ONU, na década de 1980, com objetivo de propor um desenvolvimento sustentável.

O IBGE (2000), demonstra que o lixo doméstico gerado em média, chega à ordem de 0,7875 kg/hab/dia, num sistema construtivo convencional, é gerado aproximadamente 1,61 kg/hab/dia. O valor é considerado alarmante e necessita ser mudado, o que pode ocorrer, implantando novos sistemas construtivos, que tenha como características a mitigação de desperdício (PEREIRA; COELHO, 2018).

A ideia da reciclagem de materiais vem se fortalecendo na construção civil, se tornando assim uma atitude fundamental no quesito sustentabilidade, mitigando impactos ambientais produzidos pelo setor e diminuindo custos. Uma grande vantagem do sistema LSF é a sustentabilidade, pois a estrutura é formada por um material reciclável, o aço, além disso, sua estrutura e elementos podem ser desmontados e reutilizados gerando assim pouco desperdício (ÂNGULO; ZORDAN e JOHN, 2001).

3.7 SISTEMA CONSTRUTIVO À SECO

Outra vantagem do LSF se dá ao fato de ser considerada uma construção

à seco, ou seja, está inteiramente arrolada à sustentabilidade, já que é uma metodologia que o resultado é uma construção com baixa geração de entulho, diminuição da água utilizada, diminuindo também o quantitativo de mão de obra e serviço, quando confrontado à convencional. Mesmo assim sua resistência não é afetada e ainda permite o uso de vários acabamentos, possibilitando também variados projetos arquitetônicos (PEREIRA; COELHO, 2018).

Pereira e Coelho (2018), dissertam que a indústria civil consome boa parte dos recursos naturais, sendo estimado que o uso da água pela indústria de forma global, gira em torno de 25%, e ainda 40% de recursos naturais são consumidos, baseado em dados do PNEUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente).

Silva e Violin (2013), afirmam que se usa entre 160 a 200 litros de água, em média, para produção de 1 metro cubico de concreto, e para compactação de aterro o consumo pode chegar em até 300 litros por metro cubico compactado. Sendo assim o uso da água é um aspecto de suma importância a ser observado no setor construtivo.

O LSF dispensa o uso da água em diversas etapas da edificação, e diminui o consumo de madeira, assim diminui o uso de recursos naturais e evita desperdícios. Por isso a construção em LSF agride menos o meio ambiente, e pode ser considerada “seca”. No LSF se utiliza menos quantidade de água, utilizada somente para preparo da fundação, de argamassa de revestimentos e piso, já o sistema convencional, utiliza um consumo hídrico bastante elevado na fabricação de concreto de vigas e pilares além da fabricação de argamassas para assentamentos e revestimentos (PEREIRA; COELHO, 2018).

3.8 MANUTENÇÃO E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRO SANITÁRIAS FACILITADA

Instalações elétricas e hidráulicas em sistemas LSF são efetuados de maneira mais ágil, devido ao fato de que a passagem dos tubos hidráulicos e das manguelras elétricas serem feitos em espaços vazios que são furados nos perfis e dimensionados em projeto, assim evita-se a quebra de paredes como é feito em alvenaria convencional. Quando a estrutura já está pronta, terminado o fechamento vertical e a cobertura se iniciam então, as instalações, isso evita que a chuva cause danos ao

serviço, trazendo também segurança e proteção ao funcionário, garantindo assim um serviço de qualidade (CICHINELLI, 2012).

Santiago *et al.* (2010), acrescenta que a execução de instalações hidráulicas e elétricas é mais acelerada nesse sistema industrializado, pois, as paredes tem aberturas como *shafts*, recebendo assim conduítes elétricos e tubos hidráulicos em qualquer a direção, sem intromissões. Quando comparado a construção em alvenaria necessitasse da abertura de rasgos nas paredes objetivando a passagem dos dutos para posteriormente ser executada sua recomposição, esse fator acaba gerando volume expressivo de resíduo e aumentando o prazo.

De acordo com Facco (2014), em instalações hidros sanitárias, os materiais utilizados são de acordo com o sistema convencional, porém ao ser instalado as tubulações e elementos hidráulicos, os mesmos são fixados junto aos perfis de aço, sendo executado primeiramente, então é feita a instalação das placas de vedação, observando as saídas de acordo com o projeto. Facco ainda recomenda que seja utilizado o sistema de tubulações PEX - o qual é fabricado a partir de polietileno reticulado, que possui o benefício de ser de grande flexibilidade, dessa forma será garantido melhor produtividade pois o mesmo facilita a fixação e passagem.

Neste método a seco possibilita-se a utilização de placas com boa performance diante do fogo. A instalação das tubulações de água, assim como de energia, e de gás, são mais simples, sendo também sua execução mais ágil, devido aos espaços internos das paredes e também dos furos efetuados nos montantes, que possibilitam sua realização de forma rápida e com pouca perfuração (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

O sistema LSF proporciona vantagens devido a fácil manutenção das tubulações, isso porque, o processo é simplificado, sendo necessário somente desparafusar os sistemas de vedação e finalizado o processo, basta fixá-los novamente. Fazendo novamente o acabamento somente nas juntas (FACCO, 2014).

3.9 MELHOR DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO

A NBR 15575-1 (ABNT 2013), estabelece que construções habitacionais devem proporcionar adequado isolamento acústico das vedações externas, relacionado aos ruídos aéreos derivados da parte exterior da construção, além disso deve ser observado o adequado isolamento acústico nas áreas privativas e comuns.

A construção habitacional deve possuir também atributos que atendam exigências de desempenho térmico, de acordo com a zona bioclimática definida na NBR 15220-3 (ABNT 2005).

O desempenho térmico e acústico são destaques vantajosos no LSF, devido ser possível o controle dos níveis de desempenho. As paredes externas tem a possibilidade de serem executadas com facilidade em lugares mais altos, sendo também mais fácil a execução de detalhes arquitetônicos e janelas. Quando usadas mais camadas de revestimento no LSF, há consideráveis melhorias na resistência ao fogo e no desempenho acústico e térmico (GORGOLEWSKI, 2006).

Carmody e Weber (2007), observa que o isolamento é uma das partes mais importantes de qualquer edificação e no LSF emprega-se o isolamento em forma de manta, juntamente com espuma expansiva ou rígida que é aplicada no interior das paredes. Assim reduz a transferência de calor e promove controle da umidade, garantindo um ambiente de conforto e saudável.

As edificações em LSF possuem bom desempenho acústico por utilizarem materiais como a lã de rocha mineral e a lã de vidro, entre as placas. Desta forma sem a necessidade de modificar as estruturas das paredes pode ser utilizada uma quantidade maior de mantas de lã de rocha com o propósito de isolar de forma mais eficaz, lugares específicos como, por exemplo, um estúdio musical (NORONHA, *et al.* 2015).

4 APLICAÇÃO DO LSF E NORMAS REGULAMENTADORAS

Crasto (2005), esclarece que são diversas a aplicação do LSF, podendo ser usados em edifícios residenciais e comerciais até 4 pavimentos, residências unifamiliares, hotéis, estabelecimentos de ensino, clínicas e hospitais. Além disso pode ser aplicado em unidades modulares onde utilizasse módulos individuais prontos de cozinhas, banheiros e ainda outras dependências para edificações comerciais, residenciais ou hotéis. A figura 5 exemplifica uma casa residencial construída no estilo LSF. Já a figura 6 exemplifica uma edificação comercial construída em LSF.

FIGURA 5- Casa residencial em LSF



Fonte: BONANZA, STEEL FRAME. **Casa.** Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/22-casa-01>>. Acesso em: 15 out. 2019.

FIGURA 6- Edificação comercial em LSF



Fonte: BONANZA, STEEL FRAME. **Hyundai Caoa.** Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/40-hyundai-caoa>>. Acesso em: 15 out. 2019.

Outra aplicação do LSF é em retrofit de edificações, buscando modernização e melhorias na construção de fachadas, mezaninos, coberturas e ainda na

substituição de telhados (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012). A figura 7 representa o fechamento de uma fachada em LSF.

FIGURA 7- Fechamento de fachada em LSF da Caixa Econômica Federal



Fonte: BONANZA, STEEL FRAME. **Caixa Econômica Federal.** Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/56-caixa-economica-federal>>. Acesso em: 15 out. 2019.

Santiago e Araújo (2008), confirmam que atualmente, utiliza-se o LSF como uma opção inovadora na execução de fachadas para edifícios de vários pavimentos trocando assim o processo tradicional por uma tecnologia mais avançada e muito mais agilizada.

FIGURA 8- Fachada de edifício em LSF



Fonte: QUEIROGA SOLUÇÕES. **Hotel Lagoa Flat:** fachada. Disponível em:< <http://queirogasolucoes.com.br/wp/2017/10/06/lagoa-flat-hotel/>>. Acesso em: 15 out. 2019.

De acordo com a Carregari (2016), o processo da normatização específica que venha abranger a montagem do LSF está ainda em desenvolvimento, com um texto base que visa a criação de NBR da Associação Brasileira de Normas Técnicas, porém, podem ser observadas algumas outras normas regulamentadoras da ABNT, como referência para o LSF, conforme a figura 5 abaixo:

FIGURA 9- Normas brasileiras regulamentadoras aplicadas ao LSF

NBR	DESCRIÇÃO
6.355:2003	Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio - Padronização
14.715:2001	Chapas de Gesso Acartonado - Requisitos
14.717:2001	Chapas de Gesso Acartonado - Determinação das Características Físicas
15.217:2009	Perfis de Aço para Sistemas de Gesso Acartonado - Requisitos
15.253:2005	Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações - Requisitos Gerais
15.498:2007	Placa Plana Cimentícia sem Amianto - Requisitos e Métodos de Ensaio
14.762:2010	Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
15575-1: 2013	Edifícios habitacionais de até Cinco Pavimentos- Desempenho
7400/2009	Galvanização de Produtos de Aço ou Ferro Fundido por Imersão à Quente
14.762:2001	Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio - Procedimento

Fonte: CARREGARI, Luana. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas13620100>>. Acesso em: 2 set. 2019.

Ainda deve-se observar a regulamentação da Diretriz SINAT nº 003 “Revisão 01”, que estabelece diretrizes objetivando ser avaliado de forma técnica os sistemas de construção de estruturas que utilizam perfis leves de aço formados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (sistemas leves do tipo *Light Steel Framing*), (NORONHA, *et al.* 2015).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisou-se neste trabalho acerca dos benefícios do uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* na construção civil. Foi realizada uma pesquisa baseada em vários autores que possibilitou a compreensão do tema a partir do problema inicial levantado, que buscou compreender quais as principais vantagens ao se utilizar o sistema construtivo LSF na construção civil.

A partir da bibliografia levantada o problema da pesquisa foi respondido, os objetivos delineados foram todos alcançados e as três hipóteses da pesquisa foram confirmadas.

Percebe-se a partir do presente trabalho os benefícios do uso do sistema construtivo LSF na construção civil. O setor construtivo carece de atualizações que possam promover o seu desenvolvimento, aplicando novas tecnologias e utilizando sistemas construtivos que possam atender a demanda atual e também se enquadrar em exigências internacionais para o desenvolvimento sustentável. O uso dessa nova tecnologia quando observada pelos profissionais da construção civil poderá produzir edificações de qualidade, e se encaixar nos requisitos necessários para as necessidades presentes e futuras. O Profissional pode utilizar o LSF para usufruir dos benefícios proporcionados substituindo métodos construtivos que trazem consigo características que estão ficando cada vez mais insustentáveis e que trará consequências para o futuro próximo.

O trabalho desenvolvido possibilita aos interessados no tema da pesquisa material para o entendimento do assunto, sendo assim percebe-se a importância da pesquisa levantada para o mundo acadêmico.

O desenvolvimento de novas tecnologias na construção civil vem com objetivo de atender diversas necessidades tanto no setor construtivo como em relação as questões ambientais as quais estão envolvidas.

Por fim, conclui-se que ao inserir o sistema construtivo LSF na construção civil, são muitos os benefícios que podem ser obtidos, promovendo diversas melhorias para o setor e também se encaixando em normas e exigências internacionais para o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ÂNGULO, S. C; ZORDAN, S. E; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/rdc.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3. Rio de Janeiro, 2005. 30 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.
- BASSO, Guilherme Luiz, *et al.* **Steel Frame na construção civil**. Cascavel. Anais... 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2019.
- BATTISTELLA, F.B. **Light Steel Framing**: uso da estrutura de aço como tecnologia construtiva. 2011. 101f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)- Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/16383066-Fernanda-branco-battistella-light-steel-framing-uso-da-estrutura-de-aco-como-tecnologia-construtiva-joinville-sc.html>>. Acesso em: 01 set. 2019.
- BRUMATTI, Dioni.O. **Uso de Pré Moldados**: estudo e viabilidade. 2008.54f. Trabalho de Conclusão de Curso (especialista na Construção Civil)- Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.20f. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1991415-Universidade-federal-de-minas-gerais-uso-de-pre-moldados-estudo-e-viabilidade-dioni-o-brumatti.html>>. Acesso em: 01 set. 2019.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- BONANZA, STEEL FRAME. **Casa**. Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/22-casa-01>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- _____. **Caixa Econômica Federal**. Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/56-caixa-economica-federal>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- _____. **Hyundai Caoa**. Disponível em: <<http://www.bonanzasteelframe.com/site/index.php/component/k2/item/40-hyundai-caoa>>. Acesso em: 15 out. 2019.
- CARMINATTI JÚNIOR, R. **Análise do ciclo de vida energético de projeto de habitação de interesse social concebido em Light Steel Framing**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em construção civil)- Universidade Federal de Santa Catarina, São Carlos, 2012.164f. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/4669>>. Acesso em: 3 set. 2019.

CARREGARI, Luana. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas13620100>>. Acesso em: 2 set. 2019.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados**: Light steel framing. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.231f. Disponível em: <file:///C:/Users/Nana/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O_ArquiteturaTecnologiaSistemas.pdf>. Acesso em: 01 set. 2019.

CICHINELLI, Gisele. **Obras com sistema Light Steel Frame**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-detalhes.php?cod=7409>>. Acesso em: 2 set. 2019.

_____. **Instalações em Steel Frame**. Revista Equipe de Obra. 50. ed. 2012.

ELHAJJ, Nader. **Fastening of light frame steel housing**: an international perspective. Upper Marlboro, MD: National Association of Home Builders (NAHB), 2004.

FACCO, Isabela Rossatto. **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. 85f. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2014/TCC_ISABELA%20ROSSATTO%20FACCO.pdf>. Acesso em:2 set. 2019.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. São Paulo, SP. 1992. 319p. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 1992.

FREITAS, A. M. S; CRASTO, R. C. **Steel Framing**: arquitetura. Disponível em: <http://ig-engenharia.com/wp-content/uploads/2012/11/manuais_arquitetura.pdf> Acesso em: 2 set. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S.A. (2002).

GOMES, C. E; VIVIAN, A. L; SICHIERI, E; PALIARI, J.C. **Overview**: o light steel frame como alternativa para produção de moradias. Disponível em:<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0pp6sKP5bD8J:https://www.abcem.org.br/ib/php/_download.php%3Fnow%3D0%26arq%3Dprodutos/431overview.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 2 set. 2019.

GORGOLEWSKI, M. **Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing**. *Building and Environment*. Volume 42, Issue 1. p. 230-236. 2006.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro Souza. **Light Steel Framing**: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. Disponível em: <http://www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2019.

KLEIN, Bruno Gustavo; MARONEZI, Vinícius. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame para construção de conjuntos habitacionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná Pato Branco, 2013.141f. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1487/1/PBDACOC2013108.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2019.

LIMA Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo Light Steel Frame**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.157f. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISM-S-9JXL52/1/dissertaorondinely.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2019.

MEDEIROS, João Bosco. **Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. 4.ed. São Paulo: Blucher, 2003.

NORONHA, J. d. *et al.* **Light Steel Framing: Construção à seco**. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/72221172-Ligth-steel-frame-construcao-a-seco.html>>. Acesso em: 2 set. 2019.

PEREIRA, Alex da Costa. COELHO, Diego Sousa. **Light Steel Framing: desempenho térmico**. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/reciec/article/view/3328>>. Acesso em: 10 out. 2019.

QUEIROGA SOLUÇÕES. **Hotel Lagoa Flat: fachada**. disponível em: <<http://queirogasolucoes.com.br/wp/2017/10/06/lagoa-flat-hotel/>>. Acesso em: 15 out. 2019.

SANTIAGO, A. K; FREITAS, A. M; CRASTO, R. **Steel Framing: arquitetura**. 2.ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

SANTIAGO, A. K.; ARAÚJO, E. C. de. **Sistema LSF como fechamento externo vertical industrializado**. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/2_Alexandre_Santiago_Construmetal-STEEL_FRAMING_CO_MO_FECHAMENTO_EXTERNO.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTIAGO, *et al.* **Light steel framing como alternativa para a construção de moradias populares**. Disponível em: <<https://www.abcem.org.br/construmetal/2010/downloads/contribuicoes-tecnicas/23-light-steel-framing-como-alternativa-para-a-construcao-de-moradias-populares.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Dissertação (Mestrado em ciências da engenharia civil)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.153f. Disponível em: <http://www.tede.ufop.br/tde_arquivos/11/TDE-2012-03-08T155950Z-681/Publico/DECIV%20-%20Diss%20-%20Alexandre%20Kokke%20Santiago.pdf>. Acesso em: 2 set. 2019.

SILVA, Robson Rodrigo da; VIOLIN, Ronan Yuzo Takeda; SANTOS, Gisele Cristina dos. **Gestão da Água em Canteiros de Obras de Construção Civil**. Disponível em:< http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/robson_rodrigo_silva.pdf >. Acesso em:3 set. 2019.

VIVAN, A. L., PALIARI, J. C., & NOVAES, C. N. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: Da construção enxuta à racionalização construtiva**. 2011