

**FACULDADE CAPIXABA DA SERRA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DOUGLAS DOS SANTOS PIRES
EDSON VANDER ALVES PEREIRA
MATHEUS FAVORETO
VANESSA RODRIGUES VASCONCELLOS**

**RACIONALIZANDO MATERIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM USO DO
SISTEMA DE ESTRUTURA METÁLICA
(LIGHT STEEL FRAMING)**

**SERRA-ES
2015**

DOUGLAS DOS SANTOS PIRES
EDSON VANDER ALVES PEREIRA
MATHEUS FAVORETO
VANESSA RODRIGUES VASCONCELLOS

**RACIONALIZANDO MATERIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM USO DO
SISTEMA DE ESTRUTURA METÁLICA
(LIGHT STEEL FRAMING)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Profº: Especialista Ramiro Moreira Silva Junior

**SERRA-ES
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca da Faculdade Capixaba da Serra - Multivix. Serra, ES.)

P667r PIREs, Douglas dos Santos.
Racionalizando matéria prima na construção civil com uso do sistema de estrutura metálica (Light Steel Framing) / Douglas dos Santos Pires, Edson Vander Alves Pereira, Matheus Favoreto, Vanessa Rodrigues Vasconcellos. – Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2015.

47 fls.

Orientador: Especialista Ramiro Moreira Silva Júnior

Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia Civil) – Faculdade Capixaba da Serra. 2015.

1. Construção civil. 2. Sistema LSF (*Lighth Steel Framing*). 3. Planejamento da produção. 4. Sustentabilidade. I. PEREIRA, Edson Vander Alves. II. FAVORETO, Matheus. III. VASCONCELLOS, Vanessa Rodrigues. IV. SILVA JÚNIOR, Ramiro Moreira. V. Faculdade Capixaba da Serra. VI. Título.

CDD:691

**DOUGLAS DOS SANTOS PIRES, EDSON VANDER ALVES PEREIRA, MATHEUS
FAVORETO, VANESSA RODRIGUES VASCONCELLOS**

**RACIONALIZANDO MATERIA PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM USO DO
SISTEMA DE ESTRUTURA METÁLICA
(LIGHT STEEL FRAMING)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovada em 11 de Novembro de 2015

COMISSÃO EXAMINADORA

**Orientador: Prof^o: Especialista Ramiro Moreira Silva Junior
Faculdade Capixaba da Serra**

DEDICATÓRIA

Aos nossos pais, que estão nos dando algo que jamais nos será tirado: conhecimento.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida. Aos nossos pais, pela educação. Aos nossos amigos, pela compreensão e apoio. Ao orientador Ramiro, pela demarcação do caminho, e aos professores, pelo estímulo e confiança.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina.”

Cora Coralina

RESUMO

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) é considerado um dos melhores métodos para racionalizar recursos na atualidade, além de atender os padrões de sustentabilidade. Com este método é capaz de minimizar o desperdício de materiais, ter ganhos no fator tempo de trabalho, você tem estruturas mais leves e mais resistentes devido a durabilidade do aço galvanizado utilizado processo de fabricação, cronogramas 1/3 menores em relação a sistemas construtivos convencionais, e redução em um fator que é levado muito em conta hoje em dia, os custos. Este trabalho também vem mostrar um comparativo em alguns aspectos do LSF e o sistema de alvenaria estrutural, demonstrando que a construção com perfis de aço leve apresenta muitos pontos favoráveis como será mostrado ao longo da pesquisa.

PALAVRAS CHAVES: Light Steel Framing. Racionalizar. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The Light steel framing system (LSF) is considered one of the best methods to rationalize resources at present, in addition to meeting the sustainability standards. With this method is able to minimize waste materials, have gains in factor time job, you have lighter and stronger structures due to the durability of galvanized steel used in manufacturing process, timelines 1/3 lower compared to conventional construction systems and reduction by a factor that is taken into account much nowadays, costs. This work has also show a comparative in some aspects of LSF and masonry structural system, demonstrating that building with light steel profiles has many favorable points as will be shown during the research.

Key words: Light Steel Framing. Rationalize. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -- DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DESAFIOS	17
FIGURA 2 - PERFIL DE AÇO GALVANIZADO PARA STEEL FRAME	22
FIGURA 3 - OS PERFIS SÃO DOBRADOS A FRIO COM PERFILADEIRAS OU DOBRADEIRAS.	24
FIGURA 4 - MONTAGEM PLACAS OSB	25
FIGURA 5 - ORIENTAÇÃO DAS FIBRAS MADEIRA NAS DIFERENTES CAMADAS DE UMA PLACA DE OSB	25
FIGURA 6 -PLACAS CIMENTÍCIAS	26
FIGURA 7 - ELEMENTOS DE FIXAÇÃO	27
FIGURA 8 - DETALHE LAJE RADIER	28
FIGURA 9 - PAINÉIS DE ESTRUTURA EM STEEL	29
FIGURA 10 - ESTRUTURA LAJE E COBERTURA	30
FIGURA 11 - INSTALAÇÃO DO FECHAMENTO INTERNO UTILIZANDO O GESSO ACARTONADO	32
FIGURA 12 - COMPAATIVO ALVENARIA CONVENCIONAL E STEEL FRAMING.	35
FIGURA 13 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO PARA A RESIDÊNCIA POPULAR - LIGHT STEEL FRAMING	36
FIGURA 14 -CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE RESIDÊNCIA POPULAR EM ALVENARIA ESTRUTURA	36
FIGURA 15 -ESTRUTURA EM AÇO DE UMA EDIFICAÇÃO.	38
FIGURA 16 - RESIDÊNCIA FINALIZADA COM O USO DE ESTRUTURA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 OBJETIVO GERAL	12
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
1.4 METODOLOGIA.....	12
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
2.2 QUESTÕES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
2.3 RACIONALIZAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	17
2.4 LIGHT STEEL FRAMING	20
2.4.1 HISTÓRIA LSF	20
2.4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO LSF	21
2.4.3 MATERIAIS COMPONENTES DO LSF	22
2.4.3.1 AÇO.....	22
2.4.3.2 PERFIS METÁLICOS.....	23
2.4.3.3 REVESTIMENTOS DE FECHAMENTO	24
2.4.3.4 FIXAÇÃO.....	26
2.4.4 ETAPAS CONSTRUTIVAS	27
2.4.4.1 FUNDAÇÃO	27
2.4.4.2 PAINÉIS.....	28
2.4.4.3 LAJES E COBERTURAS	29
2.4.4.4 ISOLAMENTOS	31
2.4.4.5 FECHAMENTO	31
2.4.5 LIGHT STEEL FRAMING E MEIO SUSTENTÁVEL	33
2.4.6 COMPARATIVO MÉTODO CONSTRUTIVO TRADICIONAL E LSF	34
3 CONCLUSÃO	40
4 REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O setor de construção civil é responsável por 15,5% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, conforme destaca Menin (2012), englobando as edificações e as construções pesadas. Considerando apenas as edificações residenciais, tem-se a representação de 6% a 9% do PIB nacional.

Os números alcançados são resultados de estudos e empenho dos profissionais da área. A construção civil vem buscando aprimoramento em novas técnicas e materiais para setores industriais e residenciais. Como: mão-de-obra qualificada, produção padronizada, racionalização dos processos, insumos e possibilidades de controles rígidos dos processos e cronograma de obra. Por conta desse crescimento, as construtoras também gozam desses benefícios tecnológicos que, além da mão de obra de qualidade, com mais eficaz e agilidade, temos economia no resultado final do projeto. (SANTIAGO, 2008).

Vimos, claramente, que com o sistema *Ligth Steel Framing* possui vantagens, estabilidade econômica e redução na perda de material. O mesmo é composto por aço que facilita no manuseio e planejamento de custo mais centrado. Segundo CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço) o desperdício de materiais, no método construtivo tradicional, pode chegar a 25% em peso (CBCA, 2015).

Torna-se cada vez mais necessária a busca constante e o aprimoramento e aperfeiçoamento de métodos construtivos que gerem menos impactos ao meio ambiente. A partir da flexibilidade e agilidade construtiva do sistema LSF (*Ligth Steel Framing*), observa-se um grande potencial a ser explorado nas mais diversas aplicações, inclusive para habitação popular. Com aplicação do método LSF, geramos uma economia de material desde projeto executivo a fase construtiva.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Buscar-se-á caracterizar o sistema construtivo LSF, evidenciando suas vantagens

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Apresentar o sistema *Ligth Steel Framing* com segurança, qualidade e tempo reduzido em uma determinada obra.
- Mostra as vantagens que se tem ao ser utilizar o sistema LSF em uma construção.
- Provar que, mesmo sabendo com custo mais elevado, o sistema LSF contribui com o meio ambiente e é de fácil manuseio.

1.4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, isto é, foi desenvolvido a partir de material já elaborado e publicado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Segundo Cleber Prodanov e Ernani Freitas (2013), antes de iniciar uma pesquisa, deve-se, em primeiro lugar, escolher um tema, para depois iniciar um levantamento das fontes teóricas (relatório de pesquisa, livros, artigos científicos, monografia, dissertações e teses), tendo-as como fundamento principal na elaboração do contexto e de seu embasamento teórico, o qual fará parte do referencial da pesquisa na forma de uma revisão bibliográfica, buscando identificar o uso dessas fontes.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor de construção civil tem como objeto de sua cadeia produtiva a construção de prédios tanto empresariais quanto residenciais, a qual se encontra inserida (CARDOSO *et al*,2002).

Mundialmente, as atividades relacionadas à construção de residências são diferentes em cada país, em comparativo ao desenvolvimento do mesmo. Porém, estima-se que sua participação seja também majoritária dentro do valor agregado ou renda gerada pela construção civil (MCT/FINEP, 2000).

Para Fabrício (2002, p. 43)

A construção de edifícios é um setor econômico particularmente influenciado pela conjuntura econômica, uma vez que em momentos de crise as famílias e as empresas tendem a postergar investimentos que envolvam grandes montantes de recursos e financiamentos de longo prazo (FABRICIO, 2002).

Assim, percebe-se que a construção civil sofre ação direta de acordo com a situação da economia.

O mercado imobiliário no Brasil, principalmente na região Nordeste, tem crescido intensamente nos últimos anos, provocando elevação de preços dos terrenos e acirrada concorrência direta entre grupos empreendedores brasileiros e estrangeiros, gerando uma busca de novas tecnologias para o setor. (VEIG, 2012). Chiara (2012) menciona que as perspectivas futuras mostram a continuidade do crescimento do setor de construção civil, apresentando-se um ritmo superior ao da economia em geral.

Segundo ainda Chiara (2012) o emprego de novas tecnologias na construção civil acarreta em uma necessidade de mão-de-obra especializada.

Lorensi (2010) afirma que o setor de construção civil é responsável por grande parte da mão de obra existente no mercado de trabalho, destacando que muitos dos profissionais que trabalham na construção civil chegam à profissão sem qualquer qualificação específica, utilizando-se apenas da prática e da sua experiência, e, a partir daí, aprendem um ofício. Por isso, por muito tempo o trabalhador da construção civil foi considerado sem qualificação. Muitos trabalhadores, após começarem a trabalhar para as construtoras, passam a buscar qualificação, com objetivo de melhorar o cargo na construção (LORENSI 2010).

Nesse contexto, o setor de construção civil tem relevante papel social, sendo destacado pela *Construbusiness* (1999) dois principais aspectos de contribuição social. O primeiro é a geração de empregos e o segundo está relacionado ao déficit habitacional, promovendo a construção de habitações e possibilitando a aquisição da moradia. Com isso, é inegável a capacidade das atividades deste setor em gerar impostos direta e indiretamente (haja vista seu importante papel na geração de impostos pagos por outros setores de atividade) e o seu impacto econômico e social, na demanda por importação e na produção dos demais setores da atividade. (CONSTRUBUSINESS, 1999).

Pode-se destacar, ainda, no que concerne à qualificação necessária para o trabalho na construção civil, que se trata de um mercado carente de profissionais, dificultando a conclusão das obras. Sobre a qualificação dos operários, Mascaró (1980) afirma que, apesar de longo período de aprendizado e de experiência, nem todos os profissionais conseguem se qualificar para atender a demanda das obras. Segundo o autor, a cada três operários, apenas um consegue a qualificação necessária.

Quando não há qualificação necessária, geralmente, o indivíduo entra na obra para a função de servente, que consiste, basicamente, em um auxiliar de pedreiro, que pode passar a pedreiro, e somente depois, consegue chegar ao cargo de mestre de obras. (MASCARÓ, 1980)

Assim, pode-se perceber que a construção civil apresenta chances para crescimento, fazendo com que o indivíduo busque se qualificar para ter um melhor cargo e um melhor salário. Não se pode ignorar a importância social desse setor,

visto que impulsiona a qualificação e desenvolvimento de indivíduos e, conseqüentemente, da sociedade; além de atender a demanda do mercado de trabalho (MASCARÓ, 1980).

O mesmo autor afirma ainda que o acesso à moradia, trazido pelo setor de construção civil, consiste em uma poderosa ferramenta de desenvolvimento, visto que é o ativo de maior importância para os segmentos sociais mais pobres, se apresentando, assim, como uma ferramenta para melhorar o padrão de vida e promover a inclusão social no país.

Conforme Teixeira e Carvalho (2005), nas regiões Sul e Sudeste é que há a predominância da indústria da construção civil, onde a maior parte é composta por pequenas empresas que tem mão de obra composta por trabalhadores pouco qualificados, mas é responsável direta pelo enorme crescimento do setor de fornecedores de insumo do ramo.

Dessa forma, pode-se afirmar que a construção civil atua diretamente no crescimento do país. Mas não se pode esquecer que há um déficit habitacional no muito grande no Brasil (Teixeira e Carvalho (2005).

Grande parte desse crescimento se deve a medidas tomadas pelo governo no intuito de amenizar a crise e diminuir seus efeitos na economia. Dentre essas medidas, pode-se destacar: A redução da taxa de juros com financiamento da Caixa Econômica Federal e a ampliação e aprimoramento do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) (TEIXEIRA E CARVALHO (2005).

Segundo Morandi e Reis (2004), ao se analisar as séries de investimento bruto da economia brasileira, observa-se a grande importância relativa do investimento em construções, que teve uma participação de aproximadamente 64% do investimento bruto total no período 1947-2004, dentro deste contexto encontra-se a tecnologia do *Ligth Steel Framing*.

2.2 QUESTÕES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Assim como os demais setores da sociedade, a construção civil também tem considerado as questões de desenvolvimento sustentável. De acordo com Yuba (2005), os empreendimentos que não o consideram são tidos como ultrapassados.

Na opinião de Souza (2009), a sustentabilidade na construção civil tem sido importante não apenas pelas questões sociais, mas aspectos mercadológicos e ambientais, já que a sociedade civil, os investidores, financiadores e consumidores têm dado preferência para aqueles empreendimentos que levam em consideração o impacto que podem trazer para o meio ambiente.

Segundo Corrêa (2009), torna-se crescente, no setor da construção civil, a integração de práticas de sustentabilidade, pois, atualmente, diferentes setores – como usuários, empresários, governos – sinalizam para uma intensificação do setor da construção na integração da preocupação com os impactos ambientais às suas atividades.

Para Santucci (2009, p. 15)

Este novo paradigma atinge em cheio o setor da construção civil, considerado um dos grandes vilões do meio ambiente. E não é à toa, portanto, que edificações que geram a própria energia e aproveitam água da chuva são cada vez mais cobiçadas por grandes empresas no mundo todo, tornando-se importantes projetos arquitetônicos (SANTUCCI, 2009).

Gehlen (2009), afirma que são necessárias ações estratégicas que venham a modificar essa realidade, sendo fundamental o comprometimento e treinamento dos funcionários envolvidos, bem como pesquisadores focados em desenvolver produtos que não tragam danos ao meio ambiente.

Araújo (2008) comenta que

A construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (ARAÚJO, 2009).

Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável tem sido bastante buscado pela indústria da construção civil, sendo sempre consideradas novas pesquisas que possam trazer inovações tecnológicas para o setor.

A imagem a seguir demonstra os desafios enfrentados pela construção civil na mudança para uma postura socialmente responsável.

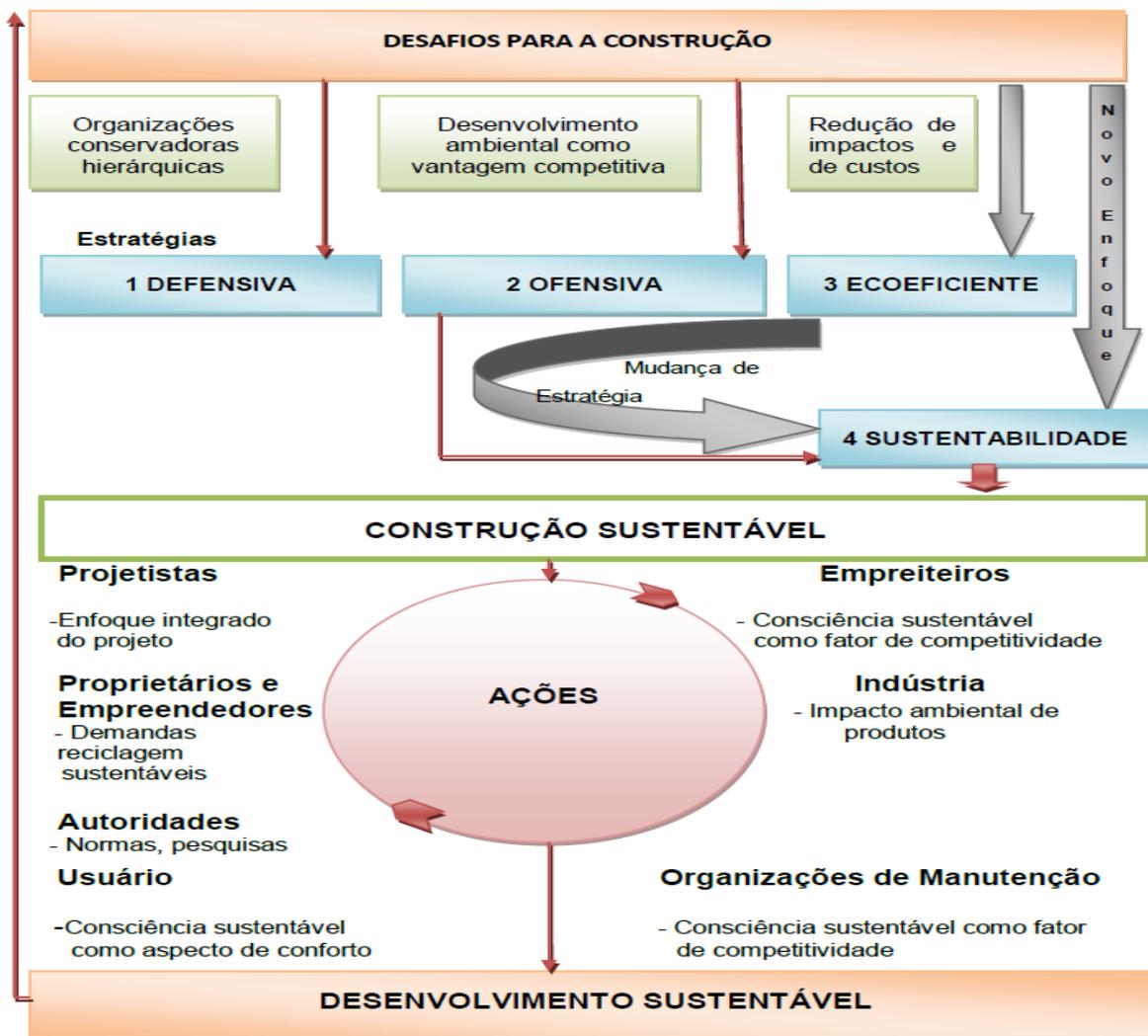


Figura 1 - Desenvolvimento Sustentável na construção civil: desafios
Fonte: Aguiar (2006)

2.3 RACIONALIZAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A racionalização da matéria-prima na construção civil está diretamente relacionada às questões sustentáveis, considerando que o número de resíduos

sólidos pode ser reduzido a partir dessa racionalização e, conseqüentemente, o impacto ambiental negativo trazido pelo setor será, igualmente, menor

De acordo com Gehbauer (2004), a racionalização na construção civil exige uma análise metódica das estruturas e processos existentes, visando identificar os pontos fracos, bem como percebendo as oportunidades de melhorias que podem ser realizadas com vistas a reduzir materiais e custos, aperfeiçoando, assim, o processo.

Sobre o assunto, Mello *et al.* (2008, p. 4) dizem que

Em linhas básicas, a racionalização possui três passos, sendo eles a verificação dos pontos falhos da empresa, análise da possibilidade de melhorias e, por fim, implantação destas, e cada um desses passos têm métodos de se trabalhar. E na indústria da construção civil, a racionalização é um dos fatores preponderantes para o sucesso no ramo, por ser altamente visada pela quantidade de resíduos sólidos produzidos e pela imagem de agressora ao meio ambiente. Para uma melhor eficácia do sistema, são estabelecidos três tipos de racionalização, a do tipo 1, tipo 2 e tipo 3. A do tipo 1 é a racionalização que visa a redução dos custos no fluxo de material, na minimização das distâncias de transporte, na otimização das máquinas empregadas e na melhoria do fluxo de informações e da capacitação das pessoas envolvidas levando como fatores, a qualidade e o tempo que colocam efetivamente o processo da produção e do canteiro de obras no centro das atenções. A do tipo 2 são estudos na área da gerência da empresa em que as ineficiências são mais transparentes e o seu tratamento exige um procedimento mais complexo. A do tipo 3 são as limitações inerentes à indústria da construção civil de influenciar os fornecedores da cadeia produtiva para que cooperem na perspectiva de uma otimização do produto, nesse caso, pode ser inserido, os arquitetos e projetistas (MELLO *et al.*, 2008).

Percebe-se, com o exposto, que a racionalização da construção civil passa por diferentes etapas e diferentes tipos. Todavia, todas têm em comum a busca por otimizar o processo, reduzindo materiais, diminuindo os custos e levando em consideração a diminuição dos impactos ambientais.

Considerando a racionalização na construção de um edifício, Rosso (1980) afirma que cuidar do processo que governa a ação contra os desperdícios temporais e materiais é um processo produtivo.

Para Ribeiro (2002, p. 7): “Racionalizar a produção significa estudar os métodos de produção a fim de reduzir o tempo de trabalho e reduzir os tempos de máquina, para conseguir a melhor produtividade e a melhor rentabilidade”.

Também conceituando racionalização na construção civil, Sabbatini (1989, p. 52) afirma:

Racionalização da construção é o processo dinâmico que torna possível a otimização do uso dos recursos humanos, materiais, organizacionais, tecnológicos e financeiros, visando atingir objetivos fixados nos planos de desenvolvimento de cada país e de acordo com a realidade sócio-econômica própria (SABBATINI,1989).

Franco (1996) introduz princípios da racionalização na construção como o aumento do nível organizacional, uma consideração bem ampla que vai além da execução de medidas de aprimoramento na fase de execução da obra.

São propostos por Barros (1996) cinco diretrizes relacionadas à implantação de tecnologia construtiva racionalizadas.

- Desenvolvimento da atividade de projeto;
- Desenvolvimento da documentação;
- Desenvolvimento dos recursos humanos;
- Desenvolvimento do setor de suprimentos voltado à produção;
- Desenvolvimento do controle do processo de produção.

Franco (1993) coloca a etapa de execução como crítica pelo investimento de recursos materiais e humanos que é feito nesta fase e apresenta algumas medidas para a implantação da racionalização na etapa da execução:

- a) A organização do processo de produção. Criação de infraestrutura básica do canteiro, definição de técnicas e métodos da produção, elaboração de planejamento e programação eficientes;
- b) Treinamento e motivação dos operários envolvidos;
- c) A padronização das técnicas construtivas na busca da maneira mais eficiente de desenvolvimento de uma atividade, a diminuição da complexidade e a busca da continuidade das tarefas com o aumento da produtividade como consequência.

d) Controle da produção como ferramenta de gestão do processo, permitindo correção e alteração durante o mesmo.

Racionalização Construtiva torna-se um objetivo razoável para as edificações, visto que o seu conceito subentende a manutenção da base produtiva, uma vez que a busca pela industrialização requer, muitas vezes, a mudança nas formas de se produzir (FRANCO, 1992).

De acordo com Melhado (1994), a racionalização é um princípio que pode ser usado em qualquer sistema construtivo, através da simplificação de operações e aumento da produtividade, que possui como resultado menos custos. Segundo Novaes (1996), a racionalização construtiva “configura-se em elemento indutor da otimização de técnicas e métodos construtivos e em instrumento de melhoria da construtibilidade dos projetos, pela sua capacidade de influenciar o processo de projeto.” Dessa forma, racionalizar a produção é diminuir o tempo de trabalho para conseguir melhor resultado. (RIBEIRO; MICHALKA JR., 2003).

Para Melhado (1994), a Racionalização Construtiva funciona como uma base de aplicação direta para aprimoramento da qualidade de edificações. Porém, ao analisar as definições de Rosso (1980), Sabbatini (1989) e Novaes (1996), insere-se que, para utilizar os princípios da racionalização, torna-se necessário um conjunto de ações, técnicas e métodos. Assim, a racionalização não é um instrumento, mas uma série de objetivos que precisam de ferramentas para finalmente aplicar-se.

Nesse contexto, a racionalização da matéria-prima trata-se de buscar meios para otimização da construção civil a partir de técnicas que possam atuar na redução da matéria-prima a ser utilizada.

2.4 LIGHT STEEL FRAMING

2.4.1 HISTÓRIA LSF

A denominação *Light Steel Framing* (LSF) é um termo originado da língua inglesa utilizada para identificar edificações de pequeno porte, cuja estrutura é

executada com perfis de aço galvanizado laminados a frio. (FREITAS; CRASTO, 2006).

Historicamente a origem do sistema em *Framing* ocorreu no século XIX, nos anos de 1810, quando os Estados Unidos iniciaram a conquista do território americano e 1860, quando os imigrantes chegaram à Costa Oeste, ou seja, ao Oceano Pacífico. Nesta ocasião, para atender à grande necessidade de habitação, devido ao crescimento populacional, em um curto espaço de tempo. Este método consistia na utilização de estrutura constituída por peças de madeira serrada de pequena seção transversal conhecido por “Ballon Framing” e fechados por peças de madeira, originando o sistema construtivo “Wood Frame” que se tornou a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos (PENNA, 2009).

Em 1980 a utilização do aço passou a ser o principal material a ser utilizado, pois diversas florestas foram vedadas à indústria madeireira, reduzindo a utilização de madeira na construção. Em 1991, o custo da madeira usada na construção subiu 80% em quatro meses, o que levou muitos construtores a passar a usar o aço imediatamente (BELIVAQUA, 2005)

Em 1993 ano de publicação de um estudo pela *National Association of Home Builders* (NAHB, 1993), identificando que o aço representava a melhor opção para a construção de residências no sistema em “framing”. Assim, o LSF ganhou grande aplicabilidade, substituindo a madeira com as vantagens de baixo peso, produção em larga escala e homogeneidade do material, além da alta performance estrutural proporcionada pelo sistema (BELIVAQUA, 2005).

No Brasil, o LSF iniciou-se na década de 90, sendo aplicado em residências de médio e alto padrão, devido à pouca disponibilidade de materiais no mercado brasileiro. (GUIZELINI, 2015).

2.4.2 MÉTODO CONSTRUTIVO LSF

O LSF permite uma ampla utilização de matérias construção de edificações convencionais, tendo em sua estrutura o aço como material de sustentação estrutural. A divisão da estrutura da edificação é: paredes, pisos e cobertura.

Garantindo assim com a união de todas as parte que integram a estrutura da edificação resistência para receber esforços a que for solicitado. (FREITAS, 2006).

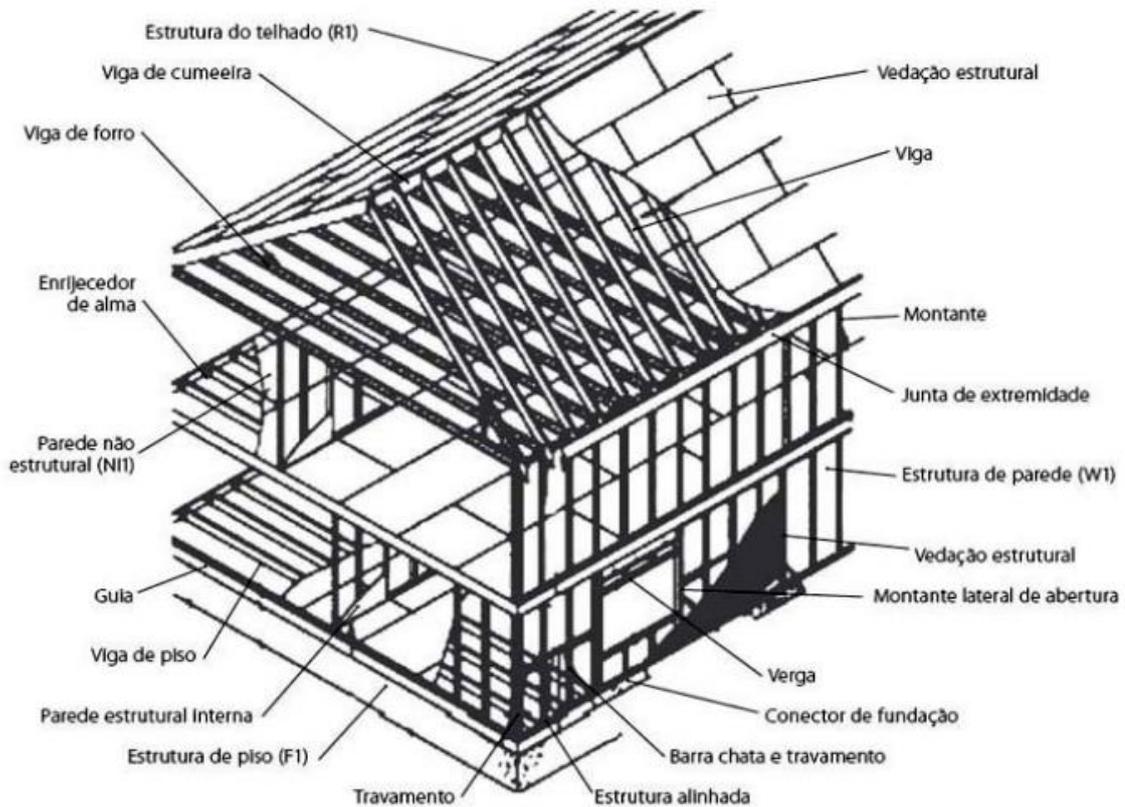


Figura 2 - Perfil de aço galvanizado para Steel Frame
Fonte: CBCA (2004)

Segundo Rodrigues (2006), o processo construtivo LSF e de nível de industrialização muito superior comparado à construção em alvenaria são apresentadas vantagens de uma obra industrializada, com mão de obra qualificada, otimização de custos e prazos, diminuição de desperdícios, padronização, racionalização, produção em série, entre outros.

2.4.3 MATERIAIS COMPONENTES DO LSF

2.4.3.1 AÇO

Segundo (FREITAS; CRASTO, 2006), o aço é um material natural de resistência comprovada, controle na produção e que permite maior precisão

dimensional. Esse material é incombustível e que pode ser reciclado diversas vezes sem perder a qualidade, facilidade na obtenção dos perfis fabricados a frio, a durabilidade do aço proporcionada pelo processo de galvanização. Além disso, o aço é de fácil manuseio e montagem devido à leveza do material, na construção a seco o que minimiza o uso de recursos naturais e desperdício. E mais, ele permite rapidez na construção já que o canteiro de obras se transforma em um local de montagem dos painéis, é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas com menor geração de rejeitos (CBCA, 2011).

2.4.3.2 PERFIS METÁLICOS

Bernardes et al. (2012) elucidam que o sistema *Light Steel Frame* é composto por elementos estruturais em aço galvanizado revestido com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição. De acordo com os autores.

As massas mínimas de revestimento são de 150g/m² (liga alumínio-zinco) a 180g/m² (zinco) para perfis estruturais e de 100g/m² para perfis não estruturais (NBR 15253:2005). As espessuras de chapa galvanizadas disponíveis no mercado em grande escala no país são 0,40mm, 0,50mm, 0,65mm, 0,80mm, 0,95mm, 1,25mm, 1,50mm e 1,75mm, além das espessuras de 2,00mm e 2,25mm, um pouco (BERNARDES et al, 2012).

Segundo Crasto (2005), os perfis são formados basicamente por montantes e guias. Para os montantes são utilizados perfis U enrijecido, sendo ordenado verticalmente em espaços calculado em projeto. São produzidos de duas formas com uso de perfiladeiras apropriadas para tal, onde dobrando-a transversalmente tem-se o perfil produzido, e através de dobradeiras em que são utilizados perfis U colocados horizontalmente nos extremos dos montantes. Espaçamentos variam de 2 metros, 4 metros e 6 metros. A quantidade de montantes e o espaço entre os mesmos é relacionada de acordo com a carga que será suportada pelo painel.

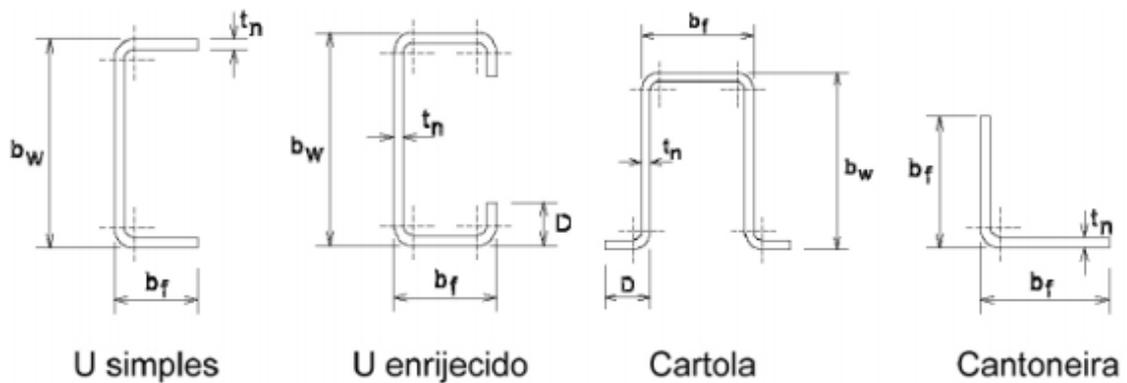


Figura 3 - Os perfis são dobrados a frio com perfiladeiras ou dobradeiras.
Fonte: Techne (2009)

2.4.3.3 REVESTIMENTOS DE FECHAMENTO

Nas construções com estruturas LSF temos alguns tipos de revestimento que possam se realizar, como *Dry wall*, OSB (*Oriented Strand Board*), placas cimentícia entre outros formatos existentes no mercado que se adequa ao *Light Steel Framing*. Cabe ao usuário identificar o local onde será aplicado, levando em conta todos os detalhes que se refere a tempo de execução, umidade e local seco. (OLIVEIRA, 2012).

a) Gesso Acartonado

Sendo extraído do minério de gipsita (gesso), a fabricação consiste na seguinte sequência: realiza-se a moedura e calcinação do material (gipsita), sendo em seguida feito a forma dos painéis. Para formação da placa agrega-se à massa de gesso cartões em suas faces. Com relação ao emprego cita-se três tipos: as normais sendo utilizado em ambientes internos, hidrófugas, áreas úmidas, como banheiros e outras, e as resistente ao fogo, com resistência especial para esse fim. (AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE, 1996).

b) Placas de OSB

OSB (*Oriented Strand Board*) é um tipo de painel de madeira fabricado com três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada, cruzadas perpendicularmente, prensadas e unidas com resinas como mostra (TECHNE 2009).



Figura 4 - Montagem placas OSB
Fonte: Crasto (2005)

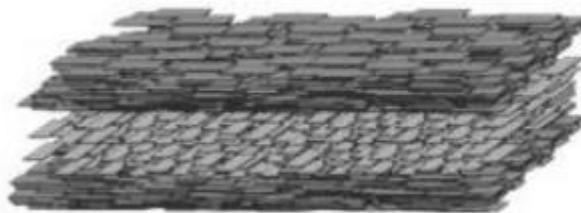


Figura 5 - Orientação das fibras madeira nas diferentes camadas de uma placa de OSB
Fonte: Crasto (2005)

Diferentemente dos aglomerados usuais que permite o uso de resíduos de serraria em sua formação, para composição das placas de OSB não é permitido tal uso. Também podem substituir de modo pleno os compensados de uso estrutural que tem propriedades mecânicas similar às da madeira maciça (MENDES, 2005).

As placas de OSB são utilizadas em locais como telhados com forro deste, paredes e pisos em construções residenciais, também utilizado na fabricação de pallets em áreas secas e demais utilizações (MENDES, 2005).

De acordo com Gomes (2007) embora seja utilizado em forro e piso, é mais usual sua utilização em paredes para vedação.

c) Placas cimentícias

Utilizado para remate interior ou exterior de paredes, as placas cimentícias são painéis que se compõem de cimento Portland e agregados naturais. Para uma maior resistência são utilizados: fios, fibras sintéticas ou naturais, podendo ser parafusados diretamente nos perfis de aço zincado. Tendo como características flexibilidade, leveza, condutividade térmica aceitável, pequena espessura e tempo de vida prolongado (SOUSA e MARTINS, 2009).

Para tratamento das juntas entre as placas cimenticias recomendam-se uso de silicones, podendo ainda ser utilizado outras técnicas. Em juntas aparentes usam-se fita adesiva de poliestileno expandido e outros. (BRASILIT, 2015)



Figura 6 -Placas cimentícias
Fonte: Revista Técnica ,2008

2.4.3.4 FIXAÇÃO

Sendo realizado com a utilização de buchas de ancoragem e com uso de porca para união entre as peças se dá a fixação das paredes à base. Também poderá ser utilizado buchas químicas de acordo que a necessidade exigir. As peças metálicas da estruturas são unidas utilizando parafuso de aço galvanizado, auto-perfurantes e auto-roscantes, esses parafusos não utilizam porca. São também

fixados com parafusos os materiais de revestimento da estrutura tanto interna como externa. Dependendo dos locais em que serão utilizados os parafusos são diferentes em suas dimensões como, comprimento e diâmetro, da mesma forma na parte de apoio da chave e ponta perfurante. É função do engenheiro projetista selecionar o tipo apropriado e a quantidade a ser utilizada na composição (FUTURENG, 2011).

Conforme Crasto (2005) utilizam-se para fixação das placas cimentícias parafusos tipo cabeça trombeta e ponta broca com asas.



Figura 7 - Elementos de fixação
Fonte: Sousa e Martins, 2009

2.4.4 ETAPAS CONSTRUTIVAS

Sendo um sistema construtivo estruturado ordenado por perfis de aço galvanizado a frio, o *Steel Framing* trabalham em conjunto com outros elementos industrializados para suportar as cargas da edificação, garantindo os requisitos de funcionamento adequado ao que foi projetado. Permite a utilização de materiais diversos, é flexível por não apresentar grandes restrições a projetos, obtendo-se racionalização onde gera menos perda de material. (SOUSA e MARTINS, 2009)

2.4.4.1 FUNDAÇÃO

O uso do *Steel Frame* tende a formar uma estrutura leve e, tendo assim como resultado, a utilização em geral de fundações simples. O sistema é constituído por grande quantidade de perfis verticais estruturais, a transferência da carga à estrutura torna-se uniforme em sua extensão. De uso mais comum para construção em *Steel Frame* são o radier, sapatas corridas e blocos sobre estacas. É necessário a

realização de impermeabilização de qualidade, com intuito de refrear infiltrações e umidade (SOUSA E MARTINS, 2009).

Carvalho e Pinheiro (2009) cita o radier sendo um dos tipos de fundação eficaz para uso com LSF. O radier é uma laje concreto que cobre toda extensão da construção que irá receber as cargas da edificação transmitindo-as ao solo.

A ancoragem da estrutura deve ser bem dimensionada e executada, a fim de não causar deslocamentos entre ambas. Sendo a ancoragem a maneira como a estrutura se prende à fundação não permitindo que a transferência de esforços cause algum deslocamento indesejável. Trabalhando transversalmente com os perfis verticais existem em todos tipos de ancoragem uma guia que é um perfil estrutural na posição horizontal onde são presos entre si - Figura 8. (SOUSA E MARTINS, 2009).

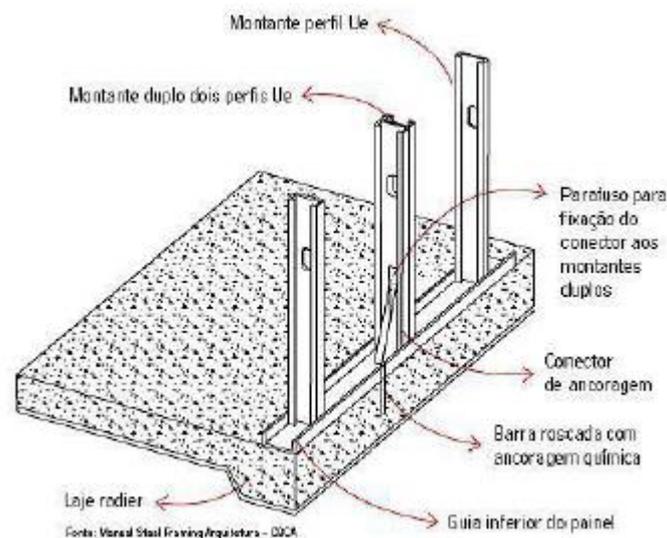


Figura 8 - Detalhe laje radier
Fonte: Sousa e Martins, 2009

2.4.4.2 PAINÉIS

Para Jardim e Campos (2008) o conceito estrutural do sistema “Light Steel Framing” está em dividir as cargas em um maior número de elementos estruturais, sendo assim projetado para receber uma pequena parcela de carga, possibilitando com isso utilização de chapas finas de aço. É a disposição dos perfis dentro da

estrutura dos painéis, juntamente com suas características geométricas de resistência e sistema de fixação de junção entre si, que fazem que esteja apto a receber e transferir cargas verticais e horizontais. Para garantir a estabilidade estrutural dos painéis e edificação do sistema são utilizados como elementos estruturais o contraventamento e as placas de fechamento estruturais (JARDIM E CAMPOS, 2008).

Formando as paredes estão os painéis instalados na vertical e no piso os instalados na horizontal. Sendo em sua maioria os portantes verticais, eles trabalham com a estrutura da edificação recebendo as cargas estabilizando o conjunto. Existem ainda os que são empregados para vedação. Se torna necessário a utilização de elementos estruturais em locais de abertura como portas e janelas, com o fim de redistribuição das solicitações interrompidas. (Figura 8) (SOUSA E MARTINS 2009).



Figura 9 - Painéis de Estrutura em Steel
Fonte: Sousa e Martins, 2009

2.4.4.3 LAJES E COBERTURAS

Construtivamente, as coberturas próprias para *Steel Frame* possuem as mesmas características e princípios das estruturas convencionais. Portanto, podem ser utilizadas com telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento, entre outras. Diversos tipos de laje podem ser associadas à estrutura metálica: maciças, nervuradas, pré-lajes e outras (Castro, 1999).

Dentre estas, destaca-se o *steel deck*, que é uma laje composta por uma telha de aço galvanizada e uma camada de concreto. O aço como bom material para ser trabalhado à tração é utilizado no formato de uma telha trapezoidal que serve como forma durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço. (Revista Metálica, 2009).

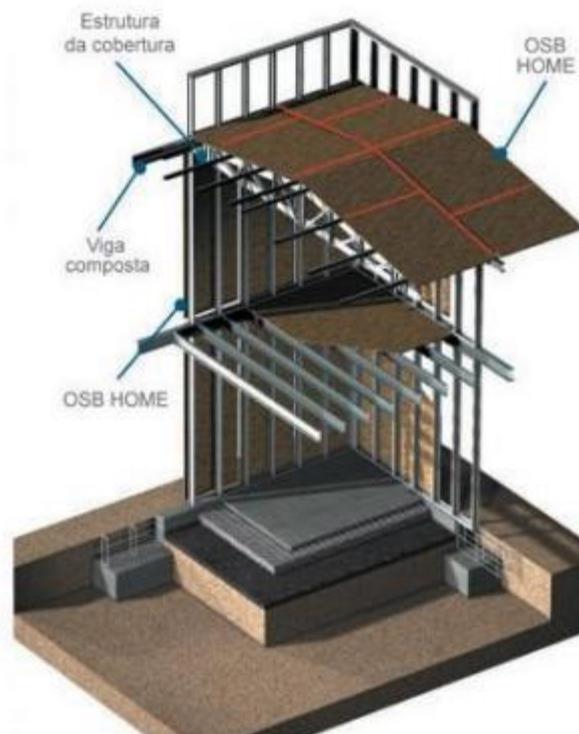


Figura 10 - Estrutura laje e cobertura
Fonte: Sousa e Martins (2009)

As lajes “secas” podem ser compostas por painéis de madeira (OSB ou outros) ou placas cimentícias, apoiadas sobre perfis metálicos estruturais, a laje com construção *Steel Frame* rege os mesmos princípios de separação e modulação determinada pelas cargas submetidas. São perfis denominados vigas de piso, sujeitos ao peso próprio, pessoas, mobiliários, e ainda servem de estrutura de apoio do contrapiso. Tem a altura da alma determinada pelo vão entre apoios, podendo ser trabalhada muitas vezes com treliças planas para vencer maiores vãos conforme apresenta a figura 10 (RODRIGUES, 2006).

2.4.4.4 ISOLAMENTOS

O conceito de isolamento baseava-se na utilização de materiais com grande massa e espessura com o objetivo de diminuir os ruídos e amenizar a temperatura em estruturas de LSF. É instalado isolamento dentro dos painéis para promover o conforto dentro da edificação. O conforto termoacústico é fundamental para o bom funcionamento de uma edificação. O isolamento termoacústico em estruturas de LSF pode ser feito por aplicação de materiais como lã de rocha, lã de vidro e EPS. Pode ser feito também por fechamentos que também contribuem para o conforto termo-acústico. A escolha do tipo e da espessura do isolamento vai depender da necessidade de se isolar termicamente e acusticamente um ambiente. (CRASTO, 2005).

A aplicação da lã de vidro, por exemplo, é feita pelo lado interno da construção, se a divisória for com o exterior, se for divisória interna é indiferente. Ela é instalada dentro do painel que após sua colocação pode ser fechado. Quanto ao EPS, ele é instalado após o fechamento do painel, sendo que o fechamento é utilizado como apoio para sua fixação (CRASTO, 2005).

Com o avanço tecnológico dos produtos e com análises de processos e cálculo são possíveis a identificação da real necessidade do isolamento e quantificar o material isolante necessário. Atualmente com as crises energéticas se percebe a necessidade de utilizar materiais e procedimentos eficientes para garantir o isolamento e conservação de energia. Trata-se de um consumo consciente e sustentável de energia. Atualmente, o conceito de isolamento é entendido como uma barreira, que se contrapõe com o antigo conceito de isolamento por massa (CAMPOS, 2007).

2.4.4.5 FECHAMENTO

O fechamento de placa OSB pode ser utilizada tanto na estrutura vertical quanto na horizontal, ou seja, pode ser utilizada em painéis e também em lajes secas. Apesar de sua grande utilidade estrutural, ele não pode ficar exposto as intempéries, portanto, deve receber um acabamento impermeável quando utilizado em áreas externas (CRASTO, 2005).

Segundo Crasto (2005), as placas OSB têm grande resistência mecânica e a impactos. Além disso, ao se fabricar placas OSB, faz-se um tratamento contra insetos para que sua vida útil seja prolongada. Este fechamento é mais utilizado nas áreas externas, já que ela resiste mais a umidade que o gesso acartonado, que é mais utilizado na parte interna da edificação por apresentar melhor desempenho estético e funcional.

Para fechamento interno das paredes, o gesso acartonado, ilustrado na Figura 11, permite um bom nível de acabamento e bom funcionamento, por isso são ideias para serem utilizadas na parte interior das edificações. Sobre as placas gesso podem ser aplicados revestimentos usuais como cerâmica, pintura e textura entre outros usualmente aplicados na construção civil convencional. O revestimento externo também pode receber a aplicação dos materiais de acabamento, usualmente empregados, como pastilhas, pedras (mármore ou granito) ou até mesmo reboco e pintura, pode ser utilizada tanto em painéis estruturais quanto em divisórias não estruturais (VIVAN, 2011).



Figura 11 - Instalação do fechamento interno utilizando o gesso acartonado
Fonte: Jardim e Campos (2008)

Este tipo de placa pode ser utilizada tanto na estrutura vertical quanto na horizontal, ou seja, pode ser utilizada em painéis e também em lajes secas. Apesar de sua grande utilidade estrutural, ele não pode ficar exposto as intempéries, portanto, deve receber um acabamento impermeável quando utilizado em áreas externas (CRASTO, 2005).

2.4.5 LIGHT STEEL FRAMING E MEIO SUSTENTÁVEL

Sendo presente em todos setores da sociedade, o conceito de sustentabilidade, como forma de melhorar a preservação do meio ambiente, busca por meio do setor da construção civil, maneiras de melhorar os métodos de se construir preservando o meio ambiente. Há algumas razões que levam o sistema “Steel Framing” a ser considerado como um sistema sustentável. (PAIXÃO, 2013)

Segundo os autores, Paixão e Lopes Arquitetura e Assessoria (2015), estas razões são:

1. O baixo peso dos materiais reduz os meios de transporte e, conseqüente, consumo de combustível.
2. O peso lançado sobre os solos, especialmente no caso de encostas ou terrenos instáveis, é extremamente reduzido.
3. Para executar instalação hidráulica e elétrica não são necessários as aberturas e nem “quebra-quebra”, diminuindo assim os resíduos de obra.
4. Muitas técnicas fáceis e rápidas utilizadas nos edifícios LSF diminuem consideravelmente a mão de obra e, conseqüentemente, o tempo necessário para a conclusão dos trabalhos, diminuindo ruídos, constante movimento de veículos e outros impactos na vizinhança.
5. Em toda a obra a água é praticamente desnecessária.
6. Todos os materiais utilizados na estrutura e no elemento térmico são provenientes de empresas certificadas, que se preocupam com o meio ambiente.
7. Depois de pronta, existe grande poupança de energia devido ao bom isolamento do edifício.
8. Visto que o gesso regula a umidade interior, contribui para um ambiente mais saudável.
9. Permite reutilizar os materiais caso haja alteração na disposição de paredes.

10. Também a totalidade dos materiais usados na estrutura e no isolamento térmico de um edifício LSF pode ser reciclada ou reaproveitada.

11. O aço é um produto que tem possibilidades de reciclagem.

O sistema A denominação *Light Steel Framing* (LSF) é um termo originado da língua inglesa utilizada para identificar edificações de pequeno porte, cuja estrutura é executada com perfis de aço galvanizado laminados a frio. (FREITAS; CRASTO, 2006).

surge como uma técnica para proporcionar racionalização da matéria-prima na construção civil. De acordo com Smart (2015) trata-se de um sistema sustentável que se utiliza de matéria-prima reciclável, no caso o aço, não sendo necessário o uso de água durante a obra, eliminando os desperdícios no processo.

Para Araújo (2012), a construção sustentável foi elaborada como uma forma de intervir para preservação do meio ambiente, evoluindo, ou seja, indo em busca de soluções para os principais problemas, atendendo as necessidades em comum de todos e não para simplesmente resolver casos isolados de um determinado tempo.

2.4.6 COMPARATIVO MÉTODO CONSTRUTIVO TRADICIONAL E LSF

Segundo a empresa especializada em *Steel Framing* ConstruSeco, faz uma série de comparações a respeito do LSF e o sistema de alvenaria convencional em uma construção de uma mesma edificação, sendo elas:

Alvenaria Convencional	Light Steel Framing
Fundação: representa entre 10% e 15% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, pode atingir valores maiores.	Fundação: representa entre 5% e 7% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, tem custo muito inferior ao sistema convencional.
Fundação: distribuição com cargas pontuais.	Fundação: distribuição de cargas lineares.
Paredes, portas e janelas com precisão em centímetros.	Paredes, portas e janelas com precisão em milímetros.
Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, tijolo, brita, etc.	É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em steel frame, é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo.
Durabilidade acima de 300 anos.	Durabilidade acima de 300 anos. Existem construções nos EUA com mais de 250 anos ainda em funcionamento.
Estrutura em concreto armado. Sua qualidade é determinada por fatores inconstantes como mão-de-obra, temperatura, umidade do ar, matéria prima, etc.	Estrutura em aço galvanizado. Produto com certificação internacional. Obedece aos mais rigorosos conceitos de qualidade.
Colocação de canos e eletrodutos com quebra de paredes, desperdício de materiais e retrabalho (executar a parede, quebrá-la e depois refazê-la nos locais onde passou-se a tubulação ou eletrodutos).	Colocação de canos e eletrodutos sem desperdício e sem retrabalho.
Canteiro de obra sujo ou com grande dificuldade para manutenção de limpeza.	Canteiro de obra limpo e organizado.
O isolamento térmico é mínimo. Permite facilmente a passagem de calor pelas paredes. Custo de manutenção de temperatura alto.	O isolamento térmico é máximo. Em função da lã de vidro colocada em todas as paredes e forros, além de outras camadas, passagem de calor é dificultada pelas paredes. Custo mínimo ou inexistente para manutenção de temperaturas.
Prazo de execução de obra longo e impreciso.	Prazo de execução até 1/3 menor e com maior precisão.
Grande utilização de água no processo construtivo.	Utilização mínima de água no processo construtivo (somente utilizada nas fundações). O processo é conhecido no Brasil, também, por sistema construtivo "a seco".
Ampliações ou reformas demoradas, gerando na maioria dos casos transtornos e inconvenientes, com desperdício de materiais e sujeira.	Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com a possibilidade de reaproveitamento da maioria dos materiais.
Preço por metro quadrado para a construção similar ao Sistema Steel Frame.	Preço por metro quadrado similar a alvenaria convencional. Ao avaliar custos diretos e indiretos, em muitos casos o sistema steel frame é mais econômico.
Pintura feita em superfície ondulada e imperfeita.	Pintura feita em superfície plana e lisa.

Figura 12 - Compaativo alvenaria convencional e Steel Framing.
Fonte: Construseco, 2015

Segundo Santiago et. al (2010), o prazo de conclusão de uma obra proposta por ele (área interna total da construção 37,7m², com uma sala, um dormitório para casal, um dormitório secundário para duas pessoas, uma cozinha, circulação e um banheiro), pode ser reduzido significativamente, em comparação à

alvenaria de blocos estruturais, considerando o emprego do mesmo contingente de profissionais. As figuras 13 e 14 mostram os prazos estimados para cada uma das etapas de ambos os processos construtivos, a partir da entrega a fundação concluída.

Etapa	Prazo (dias)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pré-montagem da estrutura		X												
Marcação da locação das paredes		X												
Instalação da estrutura de paredes		X												
Instalação da estrutura do telhado		X												
Instalação das placas cimentícias		X	X	X										
Instalação das telhas da cobertura				X										
Instalação das esquadrias				X	X									
Instalações elétricas					X									
Instalações hidráulicas					X									
Instalação placas gesso e isolamentos					X	X								
Instalação do forro interno						X	X							
Pintura externa e interna							X							

Figura 13 - Cronograma de execução para a residência popular - Light Steel Framing
Fonte: Santiago et al (2010)

Etapa	Prazo (dias)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Marcação da locação das paredes		X												
Execução da alvenaria de blocos		X	X	X	X	X								
Execução do reboco externo						X	X	X						
Instalação da estrutura do telhado								X						
Instalação das telhas da cobertura								X						
Instalação das esquadrias								X	X					
Instalações elétricas									X	X				
Instalações hidráulicas									X	X				
Revestimento interno em gesso corrido											X	X		
Instalação do forro interno												X	X	
Pintura externa e interna														X

Figura 14 -Cronograma de execução de residência popular em alvenaria estrutura
Fonte: Santiago et al. (2010)

Em 1998 inicia-se no Brasil, o processo de construção em *Ligth Steel Framing*, utilizando o aço como matéria básica para este método construtivo, que já

é utilizado em outros países como Inglaterra e Estados Unidos, considerado uma tecnologia nova que traz vantagens em relação ao processo convencional (JARDIM E SOUZA, 2007, apud MACHADO, 2008).

Sendo um material de várias aplicabilidades, seu uso em conjunto com outros materiais substitui a conhecida lajota de cerâmica ou bloco estrutural. Também elimina as colunas de concreto armado em diversas situações, trazendo com isto maior rapidez na execução, economia de mão de obra, sem perder qualidade no produto final (HERNANDES, 2015).

Morikawa (2006) afirma que o *Steel Frame* traz vantagens em relação ao método convencional como os citados abaixo:

- Tempo de execução 1/3 menor comparado ao convencional.
- Menor carga em fundações devido peso reduzido.
- Economia de material (racionalizando custos).
- Redução de sobras de material, gerando com isto menor desperdício e redução de entulho.
- Melhor desempenho acústico devido utilização da lã de vidro ou pet.
- Redução de mão-de-obra.

Para Rodrigues (2006) o LSF tem seu conceito baseado em utilização de leveza e fácil manipulação devido sua estrutura distribuir a carga total aplicada, contribuindo cada um deles com sua parcela.



Figura 15 -Estrutura em aço de uma edificação.
Fonte: Domarascki, Fagiane e Albuquerque (2009)

Assim, o sistema *Light Steel Frame* consiste em uma tecnologia alternativa para uso na construção civil capaz de racionalizar matéria-prima, se configurando como um sistema construtivo inovador.

Basicamente, o esqueleto estrutural em light steel frame é composto por paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que a solicitam. Os perfis formados a frio de aço galvanizado são utilizados na composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e demais componentes (KAMINSKI JUNIOR, 2013 p. 1).

A Figura 16 apresenta uma residência feita a partir do sistema *Light Steel Frame* já finalizada para que se tenha noção de um produto final com o uso dessa estrutura:



Figura 16 - Residência finalizada com o uso de estrutura do sistema Light Steel Frame
Fonte: Chemin, Felipe, Goulart, (2013)

Bernardes et al. (2012) citam como característica do *Light Steel Frame* que o que diferencia dos outros sistemas é que ele é composto por elementos ou subsistemas estruturais, de isolamento, de acabamentos exteriores e interiores, de instalações, entre outros, que funcionam em conjunto. Os autores ainda destacam as vantagens do aço no sistema construtivo.

O aço um material de resistência comprovada, controle na produção e que permite maior precisão dimensional; material não combústivel e que pode ser reciclado diversas vezes sem perder a qualidade; facilidade na obtenção dos perfis fabricados a frio, já que hoje são muito utilizados pela indústria; a durabilidade do aço proporcionada pelo processo de galvanização; facilidade de manuseio e montagem devido à leveza do material; construção a seco o que minimiza o uso de recursos naturais e desperdício; rapidez na construção já que o canteiro de obras se transforma em um local de montagem dos painéis. (BERNARDES et al., 2012 p. 38).

Nesse contexto, fica claro que o sistema *Light Steel Frame* trata-se de uma alternativa para o setor da construção civil, podendo ser considerado um sistema sustentável e limpo capaz de trazer racionalização de matéria-prima.

3 CONCLUSÃO

Na intenção de executar uma pesquisa diferenciada a respeito do setor da construção civil, foi identificado que o sistema *Light Steel Framing* é um método eficaz de racionalizar recursos.

A pesquisa revelou que o LSF é um sistema construtivo industrializado, e o sistema de alvenaria convencional pode ser considerado mais artesanal. O primeiro pode ser considerado ecologicamente correto, tem boa resistência e durabilidade por conta do aço galvanizado leve, tempos menores para execução do serviço. Já o segundo, há um grande desperdício de material, podendo chegar até 25% do peso da obra, gera mais resíduos que é prejudicial ao meio ambiente, tem prazos mais longos para ser executados o que pode elevar os custos do empreendimento.

Para que os benefícios deste sistema construtivo possam ser empregados com precisão são necessários ter pessoas treinadas, projetos bem detalhados para que assim a perda do material na construção seja reduzida e os prazos reduzidos para que o planejamento inicial possa ser atendido.

Este trabalho de pesquisa procura revelar os benefícios de uma construção com perfis metálicos, que se mostra ser bem vantajoso para a pessoa que escolher tal método, pois terá seu empreendimento feito em tempo menor com custos menores, além da redução considerável de resíduos gerados. Diferente se fosse feito em alvenaria convencional, que além de gerar muito resíduos, o prazo pode se estender e isso pode significar custos maiores.

4 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. **IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da**, 2008.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna construção sustentável. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br>>. Acesso em: 04 outubro 2015.

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. Builders' Steel Stud Guide. Washington, DC, out.1996. Disponível em: <<http://www.huduser.gov>>. Acesso: 10 outubro. 2015.

AGUIAR, L. L. **Diagnósticos e caminhos para a responsabilidade social empresarial na indústria da construção civil do Estado da Bahia**. 2006, 192p. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica.

BARROS, M.M.S.B. **Metodologia para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BELIVAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e "light steel framing"**. 2005. 225 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

BERNARDES, Marina; NILSSON, Sheila Garcia; MARTINS, Marcele Salles; ROMANINI, Anicoli. Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em habitação de interesse social. **Revista de Arquitetura da IMED**, Vol. 1, n. 1, jan/jun 2012, p. 31-40.

BRASILIT. BrasiPlac: placa cimentícia impermeabilizada. Catálogo técnico. Disponível em: <http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em 15 novembro.2015

CAMPOS, A.S. **Light steel frame chega ao Brasil trazendo novas possibilidades para a arquitetura**. 2007- Disponível em: <http://www.cbca-ibs.org.br>. Acesso em: 04 mar. 2011.

CASTRO, E.M.C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. 1999. 202 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

CARDOSO, L.R.A.; ABIKO, A.K.; GONÇALVES, O.M.; BARBOSA, A.L.S.F.; INOUE, K.P.; HAGA, H.C.R. Proposição de um modelo para a cadeia produtiva da construção habitacional urbana: desenho e fluxos. In **XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba. Anais. ENEGEP 2002, 2002.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Calculo de detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Paulo. Editora Pini. V.2. 2009

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br>>. Acesso em 2 abril.2015.

CHEMIN, Acylino Luiz; FELIPE, Wellington Ricardo; GOULART, Joselia Chemin. **Aplicação do sistema construtivo Steel Frame**. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. ISSN: 2178-3586 / 7ª Edição / Jan – Jul de 2013.

CHIARA, M. “Puxadinho” cede espaço para casa nova. **O Estadão**. São Paulo: 2012. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br>>. Acesso em: outubro/2015.

CONSTRUBUSINESS/99. Habitação, Infraestrutura e Emprego. **Segundo Seminário da Indústria Brasileira de Construção**. FIESP/CIESP. São Paulo, 1999.

CONSTRUSECO. **Comparativo Alvenaria Convencional X Light Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.construseco.com.br>>. Acesso em 09 nov 2015.

CORRÊA, Lázaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, 2009.

CRASTO, RCM de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: LSF. 2005**. 2005. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato; ALBUQUERQUE, Paula Cacoza Amed. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. [Monografia] Engenharia Civil. Barretos: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2009.

FABRÍCIO, M.M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado) – EP-USP, 2002.

FRANCO, Luís S. Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas. **Curso de Formação em Mutirão**, 1996.

FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Orientação de Vahan Agopyan. Brasil - São Paulo, SP. 1992. 319p.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implantação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1993. BT/PCC/94.

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série manual da construção em aço).

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

GEHLEN, J. Aplicando a sustentabilidade e a produção limpa aos canteiros de obras. **International Workshop Advances in Cleaner Production** – Maio, 2009.

GOMES, Adriano Pinto. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em LSF**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2007.

GUIZELINI, R. **Construção industrializada: rapidez e sustentabilidade para eliminar o déficit habitacional**. Disponível em: <http://www.drywall.org.br>. Acesso em: 09 nov. 2015.

JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. **Light steel framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. Apostila, 2008. KAMINSKI JUNIOR, João (Org.). **Construções de light steelfram**. 2013.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, Agosto 1992. Technical Report Nº 72.

LORENSI, Sabrina. Geração de emprego cresceu 131% até março, diz IPEA. **IG Emprego**, 2010. Disponível em: <http://economia.ig.com.br>. Acesso em: outubro/2015.

MACHADO. J.P.. **Estudo comparativo entre sistemas construtivos para habitações de interesse social: Alvenaria convencional versus steel frame**. São Paulo, 2008.

MASCARÓ, Lucia A. Raffo; MASCARÓ, Juan Luis. **A construção na economia nacional**. Editora Pini, 1980.

MCT/FINEP. Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico na produção da construção civil 2000.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo. 1994. 294p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.

MENDES L. M; Painéis-OSB. Revista REMADE. Disponível em www.remade.com.br. Data de acesso: 01 março.2005.

MELLO, Mariana Torres Correia de et al. Proposta de racionalização na construção civil: um estudo de caso em uma construtora na cidade do Natal/RN. **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, v. 28, 2008.

MENIN, Rubens. A construção civil e o PIB. **Mercado Imobiliário**, 2012. Disponível em: <http://blogrubensmenin.com.br>. Acesso em: outubro/2015.

MORANDI, L.; REIS E. J. **Estoque de capital fixo no Brasil - 1950-2002**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, João Pessoa, 2004. João Pessoa ANPEC, 2004. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 09/11/2015.

MORIKAWA, D.C.L. **Métodos construtivos para edificações utilizando componentes derivados da madeira de reflorestamento**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2006.

MICHALKA JR., C.; RIBEIRO, M. **A contribuição dos processos industriais de construção para a racionalização da construção civil**. Brasil - Florianópolis, SC. 2003. p. 59. In: **I Congresso Brasileiro sobre Habitação Social – Ciência e Tecnologia Florianópolis**, 27 a 29 de agosto 2003.

NOVAES, C. C. **Diretrizes para a garantia da qualidade de projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, USP, 1996.

OLIVEIRA, Gustavo V. **Análise Comparativa entre o sistema construtivo em light steel framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares**. 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. 2012.

PAIXÃO E LOPES ARQUITETURA E ASSESSORIA (Comp.). **Porque o Steel Frame é uma construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.mepsengenharia.com.br>>. Acesso em: 26 maio 2015.

PENNA, F. C. F. **Sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática**. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

Revista Metálica, Lajes: STEEL DECK. Disponível em: www.metalica.com.br. Acesso em 13 nov 2015.

RIBEIRO, Marcellus Serejo. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção civil**. Rio de Janeiro: UFRJ / PROARQ / FAU, 2002.
RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. **(Série Manual da Construção em Aço)**.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. FAU/USP, São Paulo, Brasil, 1980.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Manual de Construção em Aço: Steel Framing – Arquitetura**. Instituto Brasileiro de Siderurgia – Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2006.

SANTIAGO, A. K. - **O Uso do Sistema Light Steel Framing Associado a Outros Sistemas Construtivos como Fechamento Vertical Externo Não Estrutural**. Dissertação de Mestrado – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, 2008.

SANTIAGO, A. K.; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M. S. **Light steel framing como alternativa para a construção de moradias populares.** In: CONSTRUMETAL – CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2010, São Paulo, 2010.

SABBATINI, E. H. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos:** Formulação e Aplicação de uma Metodologia. São Paulo: 1989, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANTUCCI, Jô. Sustentabilidade: a construção fazendo a sua parte. **Conselho em Revista**, nº 33, 2009. Disponível em: <<http://www.crea-rs.org.br>>. Acesso em: outubro/2015.

SMART. **Sistema Light Steel Frame.** Disponível em: www.smartsistemasconstrutivos.com.br. Acesso em: 18 maio 2015.

SOUSA, A. M. J.; MARTINS, N. T. B. S. Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema light steel framing na construção de residências em palmas – TO. 2009. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2009.

SOUZA, R. **Sustentabilidade nas empresas do setor da construção.** Disponível em: <http://www.cbsc.org.br>. Acesso em: abr. 2009.

TECHNE. R. **Como construir em steel frame.** Revista Técnica edição 144 Março de 2009.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. A Construção Civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba: IPARDES, n. 109, p. 9-25, jul./dez. 2005.

TIBOR, Tom. **ISO 14000:** um guia para as normas de gestão ambiental. Tradução, Bazán tecnologia e linguística. São Paulo: Futura, 1996.

TUNOUTI, F., NOVAES, C.C., **Aplicabilidade dos instrumentos de garantia da qualidade do projeto nas edificações com sistema estrutural em aço.** In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4. **Anais** . Belo Horizonte, 2004. p. 1-6.

VEIG, Marcelo. Nordeste: Terra de oportunidades no mercado imobiliário. **TV Pernambuco**, 2012. Disponível em: <<http://www.pernambuco.tv>>. Acesso em: outubro/2015.

VIVAN, André Luiz; PALIARI, José Carlos; NOVAES, Celso Carlos. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização**, 2011.

JOÃO KAMINSKI JUNIOR (Org.). **Construções de light steelfram**. Disponível em:<Construções de Light Steel Frame>. Acesso em: 21 maio 2015.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**.Stanford, EUA, CIFE, Agosto 1992. Technical Report N° 72.

YUBA, A.N. **Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes construtivos de madeira de plantios florestais**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.