

CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES COM ESTRUTURAS DE *LIGHT STEEL FRAMING* EM PERNAMBUCO

*CONSTRUCTION OF AFFORDABLE HOUSING STRUCTURES WITH
LIGHT STEEL FRAMING IN PERNAMBUCO*

Iago Moura de Oliveira

mouraiago@hotmail.com

Prof. MSc. José Wanderley Pinto

jose.wan@terra.com.br

RESUMO

O sistema construtivo de Light Steel Framing, conhecido pela sigla LSF, constituído de aço galvanizado formado a frio, vem se destacando e conseguindo espaço no mercado da Construção Civil, devido principalmente a sua leveza, praticidade e rapidez para execução em diversas obras. E nesse sentido, porque também não utilizá-la na construção de habitações? O Brasil vive um triste cenário de descaso, onde uma considerada parcela da população não tem moradia própria ou vive em lugares em condições precárias, sem acesso a água e luz. Em Pernambuco não é diferente, e um dado assustador nos revela que 1.030.800 pernambucanos convivem com uma realidade de vulnerabilidade, esquecimento e descaso. Num estudo de caso que realizamos, através de visitas, tabelas quantitativas e pesquisas bibliográficas, fica clara a necessidade de se pensar em tecnologias sustentáveis e de rápida execução para poder suprir este déficit habitacional. Assim, o LSF é uma alternativa real e que deve ser explorada para isso.

Palavras-chave: Light Steel Framing. Estruturas em aço. Construção Civil. Habitações populares. Pernambuco.

ABSTRACT

The construction system of Light Steel Framing, known by the acronym LSF constituted galvanized steel cold-formed, has been outstanding and getting space in the Building market mainly due to its lightness, convenience and speed to run in several works. And why not also use it in residential construction? Brazil is experiencing a bleak picture of neglect, where a considered part of the population does not have proper housing or live in substandard conditions in places without access to water and light. Pernambuco is no different, and a scary statistic reveals that 1,030,800 in Pernambuco live with a reality of vulnerability, forgetfulness and

carelessness. In a case study we conducted through visits, tables, quantitative and library research, it was necessary to think about sustainable technologies and rapid implementation to be able to meet this housing shortage. Thus, the LSF is a real alternative and should be explored for this.

Keywords: Light Steel Framing. Metal structure. Building. Residential construction. Pernambuco.

1 INTRODUÇÃO

O ritmo do mundo atual é rápido e atordoante para aqueles que não conseguem acompanhá-lo, por isso, uma das temáticas mais influentes hoje em dia, é a velocidade com que as empresas conseguem suprir as necessidades dos seus clientes e obter resultados com a qualidade esperada. Como resultado, as empresas de Construção Civil estão buscando novos sistemas construtivos que tenham as características necessárias a concorrência, como rapidez e garantia de qualidade, com o mínimo de agressão ao meio ambiente. Nesse cenário, surge o Light Steel Framing (LSF).

O LSF é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. Permite a utilização de diversos materiais e, sendo flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas. Além disso, é customizável, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável. Apresenta ótima resistência

a incêndio, pois é revestido por placas de gesso acartonado, material com elevada resistência ao fogo.

Dentro desse contexto, do avanço tecnológico e da busca incessante pela melhoria contínua na Construção Civil e das demandas de habitação no país, a utilização de sistemas industrializados, como o LSF, surge como estratégia para suprir o desenvolvimento do setor e o constante crescimento do déficit habitacional, uma vez que representa maior rapidez de execução com perdas mínimas, com menor emprego de mão-de-obra em cada construção e conseqüentemente aumento de produtividade e especialização, bem como redução considerável no peso próprio comparado a materiais convencionais e a melhoria dos acabamentos finais.

O tema pesquisado: Construção em estrutura de Light Steel Framing para habitações populares, é de grande relevância em todo país, principalmente aqui no estado de Pernambuco e Região Metropolitana do Recife (Chamada de RMR). Estudos recentes realizados pela Fundação João Pinheiro (FJP), do governo do estado de Minas Gerais, baseados na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE mostram que Pernambuco tem o segundo menor déficit habitacional do Nordeste, com 9,6% dos domicílios em alguma situação prejudicial aos

moradores, o que significa muita gente morando em um lugar só, moradias sem condições de habitação ou aluguel caro demais. No Nordeste, ficamos atrás somente de Alagoas, com 9,2%; porém estamos acima da média nacional, de 9,3%. Embora os dados não sejam de 2018, são os mais recentes e servem de base para todos os profissionais, entidades e empresas do setor imobiliário - de instituições de pesquisa, a bancos e construtoras. O estudo aponta que saímos de um déficit de 10,4% em 2007 para 9,6% no ano de 2015. Ainda assim, mais de 285 mil famílias pernambucanas ainda precisam de moradia digna, especialmente nas camadas mais populares. Para enfrentar estes dados, o governo federal muito tem investido no Programa Minha casa, Minha vida, porém os resultados lentos ainda preocupam e tornam desacreditados os que sonham em conseguir sua casa própria.

O problema habitacional em Pernambuco vem se estendendo de maneira preocupante, por isso, este trabalho tem como objetivo expor as qualidades do sistema construtivo Light Steel Framing, um método leve, à seco, na busca de habitações populares de alta qualidade, baixo custo e rápida execução. Este método construtivo, já testado, é bastante utilizado em outros países, principalmente nos Estados Unidos, Canadá e Japão, e permite entregar uma casa com média de 50m² pronta para morar em até 1 semana, desconsiderando etapas de mobilização, movimentação de terra e fundação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O que é o Light Steel Framing (LSF)?

De origem inglesa, o termo light steel framing é conceituado como uma estrutura metálica, formada por perfis leves, que unidos entre si, funcionam em conjunto com a finalidade de distribuir as cargas, podendo desempenhar também função como elemento de vedação. Pode ser utilizado como elemento estrutural e vedação, externo e interno, recebendo o nome de steel framing.

A estrutura leve é caracterizada como um avanço e releitura das construções do período colonial, no início do século XIX, em território americano, marcado pelas construções de madeiras serradas, conhecida como “Wood Frame”, a qual se tornou uma tipologia comum nas habitações daquela região.

Figura 01: Construção em Wood Frame



Fonte: <https://fotos.habitissimo.com.br> (2018)

Nos anos 1980, um grande impulso para o uso do LSF foi dado, já que a exploração de florestas mais

antigas foi vedada à indústria madeireira. Isto ocasionou uma baixa da qualidade da madeira empregue na construção e trouxe uma elevação no preço desta matéria prima. Em 1991, a madeira usada na construção subiu 80% em quatro meses, o que levou muitos construtores a passar a usar o aço imediatamente.

No Brasil, o sistema ainda não ganhou seu espaço. A utilização do “novo material” ainda caminha de forma lenta, mas algumas construções já foram erguidas em diversas partes do território brasileiro e atualmente estão sendo erguidos edifícios, hospitais, escolas e principalmente conjuntos habitacionais de interesse social, como é o caso da Vila Dignidade, em São Paulo, entre outros. (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012)

Figura 02: Vila Dignidade, SP.



Fonte: <http://www.cdhu.sp.gov.br/> (2018)

2.1.1 Terminologia

São definições específicas, ou importantes, segundo a Diretriz SINAT nº 003:

Absorventes acústicos: são denominados de absorventes acústicos os materiais, de baixa densidade, que se destacam por absorver o som. Em geral, são materiais porosos (lã de vidro, lã de rocha, poliuretano, fibras de madeira, vermiculita, fibras cerâmicas, cortiça, tecidos, tapetes, etc.).

Figura 03: Instalação de Lã de Vidro em painéis.



Fonte: <http://www.inovareacabamentos.com> (2018)

Bloqueador: perfil utilizado horizontalmente no travamento lateral de montantes e vigas.

Figura 04: Bloqueador utilizado em montagem de estrutura em LSF, Bonanza LSF, Vitória de Santo Antão - PE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Chapa de OSB (Oriented Strand Board): chapas formadas por camadas constituídas de partículas de madeira com resinas fenólicas, orientadas em uma mesma direção e prensadas. Cada painel tem de 3 a 5 camadas, orientadas em ângulo de 90° umas com as outras.

Figura 05: Estrutura em LSF revestida em chapas OSB, Bonanza LSF, Vitória de Santo Antão – PE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Chapas de gesso para drywall: chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada sobre as

bordas longitudinais e colada sobre a outra.

Componentes de fechamento: placas ou chapas fixadas nos quadros formados por perfis estruturais de aço leve, constituindo as faces das paredes.

Componentes de revestimento ou acabamento: argamassas, pastas, pinturas, sidings, cerâmicas e outros materiais que não colaboram na estruturação das paredes, tendo funções estéticas e papel relevante na durabilidade do sistema construtivo.

Contraverga: perfil utilizado horizontalmente no limite inferior das aberturas (janelas, outras).

Espessura nominal: espessura da chapa de aço que constitui o perfil, com o revestimento, representado pela letra tn.

Espessura: espessura da chapa de aço que constitui o perfil, sem o revestimento, representado pela letra t, utilizada em cálculo para se obter as propriedades geométricas de interesse.

Guia: perfil utilizado como base e topo de paredes.

Montante: perfil utilizado verticalmente na composição de paredes.

Figura 06: Estrutura em LSF, composta por Guias e Montantes, Bonanza LSF, Vitória de Santo Antão – PE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Perfil estrutural de aço formado a frio: perfil obtido por dobramento em prensa dobradeira de tiras cortadas de chapas ou bobinas, ou por conformação contínua em conjunto de matrizes rotativas a partir de bobinas laminadas a frio ou a quente, ambas as operações realizadas com o aço em temperatura ambiente (NBR 6355). Segundo Cardoso (apud CARDOSO E BARROS, 2016), os revestimentos metálicos sobre o substrato de aço podem ser formados por uma camada de zinco puro ou por ligas de diferentes composições de zinco, de alumínio e de outros metais ou ainda de alumínio puro.

A NBR 14762:2001 “Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento” recomenda o uso de aços com qualificação estrutural e que possuam propriedades mecânicas adequadas para receber o trabalho a frio. Devem apresentar a relação entre a resistência à ruptura e a resistência ao escoamento “ f_u/f_y ” maior ou igual a 1,08, e o alongamento após ruptura

não deve ser menor que 10% para base de medida igual a 50 mm ou 7% para base de medida igual a 200 mm, tomando-se como referência os ensaios de tração conforme ASTM A370. Além da ABNT NBR 14762:2001, as normas NBR 15253:2014 e NBR 8800:2008 também fazem referência à utilização de aço de qualidade estrutural como obrigatória para aplicações estruturais.

Segundo a norma NBR 15253:2014 as dimensões dos perfis guia a serem utilizadas devem ser entre 90 mm, 140 mm e 200 mm. A norma preconiza ainda o limite de escoamento de 230 MPa, grau do aço ZAR 230, espessura da chapa de 0,80 mm e revestimento do aço Z275 e AZ150.

A utilização de aços sem qualificação estrutural para perfis é tolerada se o aço possuir propriedades mecânicas adequadas para receber o trabalho a frio. Não devem ser adotados no projeto valores superiores a 180 MPa e 300 MPa para a resistência ao escoamento f_y e a resistência à ruptura f_u , respectivamente. (SILVA, SILVA, 2008)

Uma particularidade dos Perfis Formados a Frio é a sua concepção cada vez mais esbelta, através da conformação a frio de chapas com espessuras a partir de 0,80 mm para o sistema LSF, podendo com isto, representar uma economia na construção metálica leve e dando possibilidade e fabricação de perfis com seção transversal em variados tipos. (RODRIGUES, 2006)

Placa cimentícia: placas planas formadas pela mistura de pasta de cimento e fibras, ou pasta de cimento e agregados, com reforços em fibras.

Figura 07: Fixação de Placas cimentícias em chapas de OSB, componentes de fechamento, Bonanza LSF, Vitória de Santo Antão – PE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Terça: perfil utilizado para apoio de telhas.

Figura 08: Terças em perfis de LSF, Bonanza LSF, Vitória de Santo Antão – PE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Vedação vertical: entende-se neste documento que a vedação vertical, interna ou externa, é formada por um conjunto de componentes, ou seja, pelos perfis estruturais, pelos componentes de fechamento e revestimento e pelas fixações.

Verga: perfil utilizado horizontalmente no limite superior das aberturas (portas, janelas e outras).

Viga: perfil utilizado horizontalmente na altura do pé-direito.

2.2 O uso do LSF

Segundo Rodrigues (apud Santiago et al, 2010) o uso do LSF se caracteriza por um esqueleto estrutural composto por perfis leves de aço galvanizado formados a frio, que tem a função de absorver as solicitações da edificação e, em conjunto com os outros elementos estruturais, distribuir uniformemente as cargas para as fundações.

Estes perfis são utilizados estruturalmente assumindo a função de paredes, pilares, vigas, treliças, tesouras de telhado, entre outros componentes. Podem ser revestidos por zinco ou liga de alumínio e estes revestimentos atendem as normas: NBR 7008:2003; NBR 14964:2003; NM 86:1996. A fixação dos Perfis pode ser através de parafusos autobrocantes; pinos; solda e chumbo, o tipo de fixação vai depender das condições de carga na edificação, do local da montagem, do custo da mão de obra, entre outros fatores. As montagens mais usuais de LSF utilizam combinações de seções transversais “U” enrijecido (Ue) e “U” simples, mostrados nas figuras abaixo.

Figuras 9 e 10 - Detalhes da montagem de estruturas de Light Steel Framing





Fonte: Flasan, 2009

Os elementos estruturais são compostos por vários perfis parafusados e de espaçamento regular, que deve variar entre 400 mm e 600 mm, de acordo com a modulação definida no cálculo estrutural. Adotando este método, tem-se um melhor controle nos custos, pois praticamente todos os materiais que serão utilizados estarão enquadrados em múltiplos desse espaçamento, permitindo o controle de utilização e a minimização de desperdício desses materiais. Em geral, as peças são executadas em fábrica, garantindo boa produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho, além de diminuir a necessidade de área de canteiro de obra. Entretanto, caso seja necessário, podem ser montados no local da obra sem grandes dificuldades. (SANTIAGO et. al, 2010)

Existem três tipos de parafuso autobrocante que são utilizados no sistema LSF, são eles: planos; oval; e sextavada ou hex, conforme a figura abaixo.

Figura 11: Tipos de cabeça dos parafusos utilizadas no sistema Light Steel Framing



Fonte: Revista Techne, 2009

Os parafusos denominados de autobrocantes constituem o meio de fixação mais utilizado no sistema LSF. Podem ser estruturais ou terem apenas função de montagem. Em uma só operação faz-se uso e fixa-se com segurança os componentes da estrutura. (RODRIGUES, 2006)

Figura 12: Montagem de uma Casa de Festas com Mezanino, Casa Forte, Recife – PE



Fonte: <http://www.bonanzasteelframe.com> (2018)

Por se tratar de um sistema leve, e com cargas distribuídas em seus perfis e extensão dos painéis (com função de paredes), sua fundação necessita de menos componentes, e sua carga é diminuída e distribuída uniformemente, podendo-se assim utilizar uma fundação rasa.

A Tabela abaixo exemplifica os tipos de perfis de aço formados a frio que estruturam os sistemas construtivos objetos desta Diretriz; tais perfis devem atender às dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais estabelecidas na NBR 6355.

Tabela 1. Tipos de perfis de aço formados a frio para uso em sistema construtivo de paredes, piso e cobertura (NBR 6355).

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijeecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

A laje radier (Figura 13) é uma fundação rasa, semelhante a uma laje contínua, armada, que transmite uniformemente as cargas da estrutura para o solo, é um tipo de fundação com uma execução rápida, pois sua estrutura favorece a instalação hidráulica imediata, o contra piso acabado não precisando aterrar, compactar o terreno e depois realizar o piso.

Esse tipo de fundação consiste em inúmeras vantagens: obtém uma redução de mão de obra proporcionando praticidade; maior velocidade na execução; economia de 30% nos custos; e eliminação de escavação, contrapiso e baldrame. (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2014)

Esta etapa da construção, a fundação, tem que ser executada com bastante cuidado para que não ocorra qualquer desnivelamento do piso e assim prejudicar o sistema LSF que utiliza de uma precisão milimétrica para a sua execução. Com isso é de grande importância observar a área de execução da laje, nivelamento e o sistema hidráulico.

Figura 13: Armação de uma fundação em radier, Base Aérea de Fortaleza, Fortaleza – CE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

Figura 14: Laje de fundação em radier, Base Aérea de Fortaleza, Fortaleza – CE



Fonte: Registrada pelo autor (2018)

2.3 Vantagens do LSF

2.3.1 Segurança Estrutural

As vantagens do sistema LSF são inúmeras, destacando-se entre elas, segurança estrutural e leveza do conjunto, visto que numa construção convencional, os pilares e sapatas recebem todas as cargas da edificação, repassando todo o peso da estrutura para o solo. No LSF o conceito viga-pilar, em que há concentração de cargas em poucos elementos, não é utilizado, sendo

todas as paredes externas consideradas como parte da estrutura, dividindo-se todo o peso das lajes e pavimentos superiores. Outro fator é que o revestimento para vedação, placas de gesso acartonado ou OSB, são incomparavelmente mais leves que alvenaria.

Para cada tipo de unidade habitacional e para cada local de implantação é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo. No caso de paredes, o espaçamento entre montantes, a quantidade de travessas, bloqueadores e de barras de contraventamento dependerão de cada projeto específico. (DIRETRIZ SINAT Nº 003, 2010)

O dispositivo de fixação (chumbador) empregado para fixar os quadros metálicos à fundação e à laje deve ser verificado em função das cargas de vento e da agressividade característica da região onde serão implantadas as unidades habitacionais. A distância entre os chumbadores depende de cálculo estrutural, sendo necessário verificar a resistência mecânica e a resistência à corrosão desses chumbadores. (DIRETRIZ SINAT Nº 003, 2010)

2.3.2 Conforto

Espera-se que as construções promovam a seus ocupantes um conforto mínimo de proteção e providenciem um ambiente interno apropriado para as atividades que serão realizadas, independente das condições externas. Nesse sentido, as

construções metálicas destacam-se nos isolamentos térmicos e acústicos e no controle da umidade do ambiente.

2.3.3 Isolamento Térmico

Uma das qualidades mais requeridas numa casa, porém talvez a menos conseguida, é o isolamento térmico, já que os materiais empregados deveriam conferir um completo escudo a variação de temperatura e umidade. Felizmente, na construção LSF, isso acontece de fato.

A edificação deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico estabelecidas na NBR 15575, respeitando as características bioclimáticas das diferentes regiões brasileiras definidas na NBR 15220-3. (DIRETRIZ SINAT Nº 003, 2010)

Os elementos de vedação, placas cimentícias, gesso acartonado, OSB ou poliestireno expandido, preenchidos com lãs minerais, conferem à edificação uma proteção térmica impossível de se conseguir numa edificação de alvenaria cerâmica, devido principalmente às características do poliestireno e das lãs. Com isso, a quantidade de energia para manter o interior com ar-condicionado ou lareira são bem menores, logo, mais baratas.

2.3.4 Isolamento Acústico

Em construções de alvenaria cerâmica, tem-se a errônea ideia de que para se conseguir um isolamento acústico eficaz, deve-se aumentar a largura da parede, o que acarreta um maior custo, e, como já foi dito, é ineficaz. Nas construções LSF, as lãs minerais, além de serem excelentes isolantes térmicos, têm também ótimas

qualidades de isolantes acústicos. Isso devido a sua estrutura e densidade, comprovadas laboratorialmente, as placas também contribuem para o isolamento, funcionando como um escudo dispersor de ruídos. Por esse motivo, uma casa feita de estrutura metálica tem uma sonoridade diferente de uma casa comum, pois o som é refletido e distribuído pelas paredes, impedindo assim a sua propagação.

2.3.5 Equilíbrio na umidade do ambiente

O excesso de umidade, decorrente da respiração dos ocupantes e da utilização de águas quentes, condensa ao se encontrar com as paredes de cimento e tijolos, visto que esses são materiais frios. Desse contato ocorre a proliferação de fungos, prejudiciais tanto a estética do ambiente interno quanto à saúde dos ocupantes. Numa casa LSF são empregados materiais que por si só mantêm o ambiente numa temperatura que inibe essas condensações, além do que o gesso acartonado funciona com um regulador de ambiente. Por ser poroso, ele absorve a umidade do ambiente, devolvendo-a depois, quando o mesmo estiver mais seco.

2.3.6 Rapidez na construção

Uma vez que os materiais utilizados numa construção LSF são comercialmente mais caros do que os usados na construção convencional, é esta característica de rapidez que torna economicamente viável e competitiva esta solução construtiva. Isso porque, o tempo e a mão de obra estão minuciosamente ligados com o custo final da obra. A principal explicação para isso se dá pelo fato de não se precisar esperar a “cura” no sistema.

Outros fatores, como o baixo peso dos materiais, o sistema de fixação mecânica, facilidade no processo de instalação e a pouca quantidade de mão de obra utilizada, corroboram a rapidez em comparação ao sistema comum.

2.3.7 Redução de custos

Por ser um sistema não muito difundido, o LSF precisa de mão de obra especializada, e consequentemente, isto requer um custo mais elevado comparado aos trabalhadores da construção civil. Aliado a isso o material utilizado tem um custo maior do que o praticado na construção comum, o que pode trazer certas dúvidas se esse sistema é realmente uma vantagem.

Contudo o sistema construtivo LSF é uma tendência. Há perspectiva, em médio prazo, de melhores condições para seus compradores e construtores. Mas vale ressaltar que mesmo na atualidade, existem meios de diminuir os custos, e um deles é recorrer à arquitetura e à engenharia inteiramente idealizada para o sistema, sendo essa característica (redução de custos) aliada a outra vantagem do LSF, a versatilidade.

2.3.8 Versatilidade na Construção

O LSF pode se adaptar a qualquer tipo de construção, desde os mais simples galpões de estocagem até edificações de alto padrão com uma arquitetura arrojada. A resistência dos perfis permite erguer prédios com até três pavimentos, mas em caso de alturas superiores, pode-se ainda empregar ferro, tal qual usado na construção de pontes.

2.3.9 Construção sustentável

A ideia de desenvolvimento sustentável é a bola da vez. Anos de exploração desenfreada do meio ambiente pelo homem gerou uma escassez de recursos a níveis críticos, por isso a busca incessante por meios de produção sustentáveis e fontes de energia renováveis desafia a mente humana.

Na construção civil, como o termo Green Building generaliza todo o conceito de construção sustentável, seja no intuito de minorar impactos ou desperdícios, seja com o uso de materiais recicláveis, e o sistema LSF está englobado nesse conceito.

Numa construção em LSF, os meios de transporte são menos exigidos devido ao baixo peso dos materiais, reduzindo o consumo de combustível. Também os ruídos provocados de máquinas são eliminados. A utilização de equipamentos de fixação mecânica, como furadeiras e parafusadeiras, a aplicação de argamassas de rápida secagem para rebocos exteriores, a facilidade na colocação de tubulações hidrossanitárias e condutores elétricos, devido a não ser necessário quebrar/rasgar as paredes, diminuem consideravelmente a mão de obra e, conseqüentemente, o tempo necessário para a conclusão dos trabalhos. Durante toda a construção, o uso de água é praticamente desnecessário.

2.3.10 Reabilitação urbana

Os materiais de peso leve e de fácil mobilidade para o transporte tornam o sistema ideal para reabilitar e remodelar prédios antigos. A leveza dos perfis muitas vezes elimina a necessidade de reforçar a estrutura do edifício. Em casos de troca de

telhados degradados e pisos em madeira se torna muito vantajoso, e, em alguns casos, é a única alternativa possível.

2.4 O cenário de habitações populares no Brasil

Atualmente, o governo vem incentivando o desenvolvimento da construção civil, bem como o acesso ao imobiliário, através de programas, como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e Minha Casa, Minha Vida. Segundo dados de 2007, o valor do segmento de obras residenciais avançou 6,3% em termos nominais, principalmente em função do crescimento de edificações residenciais (13,9%), produto de maior peso na construção e diretamente influenciado pelo crédito imobiliário. Porém, o Plano Nacional de Habitação - PLANHAB estabelece uma necessidade nos próximos 13 anos de produção de aproximadamente 28 milhões de unidades para atender à demanda futura e eliminar o atual déficit habitacional até 2023 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009).

Estipula-se que para a indústria da construção civil cumprir a meta de liquidar o déficit habitacional até 2023, a produtividade do setor deverá crescer cerca de 4% ao ano (FGV ABRAMAT, 2008). Por isso, serão necessárias alterações significativas nas estruturas e processos da produção habitacional.

2.5 O cenário de habitações populares em Pernambuco

Em Pernambuco, dados recentes mostram que mais de 1 milhão de pessoas não tem residência própria e decente para morar, vivem às margens da sociedade, escanteados e ignorados. Este dado

nos mostra o grande desafio que o governo deve enfrentar para conseguir promover igualdade, dando dignidade e plenas condições de vida a estas pessoas.

O estado já registra um déficit habitacional de 285.251 residências. O que traduzindo em percentual, significa que 9,6% dos pernambucanos não tem moradia ou vivem em casas sem infraestrutura básica (energia elétrica, água encanada ou tratamento de esgoto). E destas, 130.142 residências, o que corresponde a 10,2% de todo o estado estão concentrados na RMR.

3 METODOLOGIA

Foi realizado um estudo descritivo qualitativo, onde, através de entrevistas e investigações conseguiu-se recolher informações suficientes para apresentação deste trabalho.

Na busca por fontes, foram averiguados todos os canais possíveis, sejam formais, semiformais e informais. Por isso contamos com a parceria da Empresa Bonanza Steel Frame, no mercado há mais de 15 anos e experiente em construção de edificações de alta performance térmica, acústica e estrutural, executadas em tempo recorde, obedecendo às normas vigentes do LSF no Brasil. Representada na pessoa do empreendedor Sávio Neiva que criou a empresa, com o intuito de cooperar com o avanço de um país em desenvolvimento, porém, carente de tecnologias construtivas.

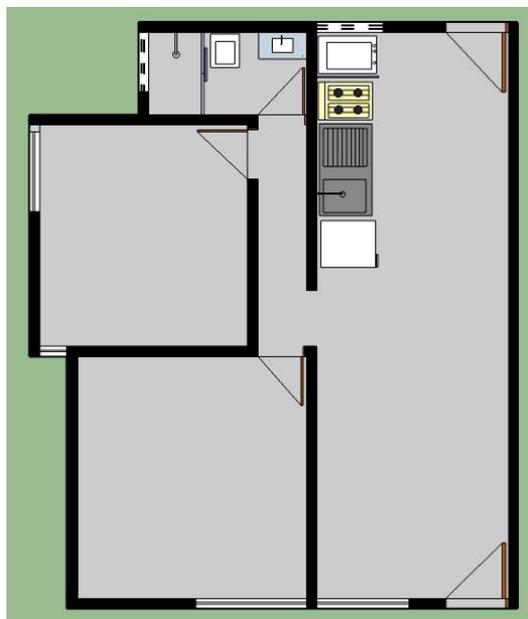
Estudou-se a viabilidade do uso da tecnologia de Light Steel Framing na construção de habitações populares, analisando as fases de projetos, orçamento e execução para melhor conclusão deste artigo.

4 RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 O Projeto Arquitetônico de uma Casa Popular

Para esta proposta, foi elaborada uma residência unifamiliar, como mostra a imagem abaixo. Com 42m², a edificação é composta por dois dormitórios, um WCB, cozinha integrada à área de serviço, como também a sala de estar e jantar.

Figura 15: Planta Baixa de uma residência unifamiliar com 42m²



Fonte: Azevedo, 2017

De um ponto de vista arquitetônico, a habitação proposta, apesar de apresentar características simples, é favorável às necessidades humanas da população local. A planta da habitação é coberta por um telhado de duas águas, com telha canal, e seu pé direito com altura de 2,60m.

4.2 Porque utilizar o Light Steel Framing na construção de casas populares, LSF x Alvenaria Convencional

A seguir são apresentadas tabelas com um comparativo, através de dados estimados, em que foi levado em consideração, a casa tipo popular mostrada no projeto arquitetônico acima (Ver figura 15) com aproximadamente 42 m², a ser construída pelo sistema LSF e pelo convencional. Não sendo explorados os custos relacionados à mão de obra empregada e os custos indiretos de uma obra. Mas sabendo-se que nas tabelas de cronograma de execução foi considerado uma equipe composta por 4 montadores para o sistema LSF enquanto que, para a construção no sistema convencional foi considerado uma equipe composta por 8 operários.

Tabela 2. Comparativo de custos entre os sistemas convencional e LSF (Elaborado pelo autor com dados colhidos pela tabela SINAPI 2018 e fornecidos pela empresa Bonanza LSF)

SERVIÇO	SISTEMA Convencional	SISTEMA LSF
Serviços Preliminares	R\$ 9.138,22	RS 1.402,55
Fundações	R\$ 7.316,55	R\$ 6.302,71
Elevações	R\$ 5.311,78	R\$ 6.600,04
Telhado	R\$ 1.514,57	R\$ 3.010,58
Revestimento	RS 3.007,99	R\$ 0,00
Piso	R\$ 4.167,23	R\$ 4.167,23

Pintura	R\$ 4.525,79	R\$ 4.525,79
Instalações Elétricas	R\$ 2.041,07	R\$ 2.041,07
Instalações Hidro-sanitárias	R\$ 1.677,76	R\$ 1.677,76
Esquadrias	R\$ 5.823,54	R\$ 5.823,54
Custo total da casa	R\$ 44.524,50	R\$ 35.551,27
Custo por m ²	R\$ 1.060,11	R\$ 846,46

É importante deixar claro que o item Elevações, no sistema convencional envolve a alvenaria em blocos cerâmicos enquanto que no sistema LSF engloba toda a estrutura da edificação em perfis de chapas de aço e parafusos, já com o fechamento em placas cimentícias e de gesso. Observa-se que o subsistema de revestimento ficou sem valor para o sistema LSF, já que nesse sistema são dispensados os serviços de chapisco, emboço e reboco, pois são utilizadas placas cimentícias e gesso acartonado de fácil aplicação e acabamento. Foi levado em consideração que o Piso, Pintura da edificação, instalações elétricas e hidráulicas bem como esquadrias, para ambos os métodos construtivos seriam utilizados as mesmas soluções.

Explorando agora o prazo de execução, analisa-se nas tabelas abaixo, o que se refere a uma casa de aproximadamente 42 m²:

Tabela 3. Cronograma de execução para residência popular – Sistema LSF (Elaborado pelo autor)

Etapa / Prazo (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Marcação da locação das paredes	X									
Instalação da estrutura de paredes	X									
Instalação da estrutura do telhado	X									
Instalação das placas cimentícias	X									
Instalação das telhas da cobertura		X								
Instalação das esquadrias		X	X							

Etapa / Prazo (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Instalações elétricas			X							
Instalações hidráulicas			X							
Inst. placas gesso e isolamento			X	X						
Instalação do forro interno				X	X					
Pintura externa e interna					X	X				
Arremates Finais de Obra						X				

Tabela 4. Cronograma de execução para a residência popular – Sistema convencional (Elaborado pelo autor.)

Etapa / Prazo (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Execução da alvenaria	X	X	X	X	X					
Execução do reboco externo					X	X	X			

Etapa / Prazo (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Execução do reboco externo					X	X	X			
Instalação do telhado							X	X		
Telhas da cobertura								X	X	
Instalação das esquadrias									X	X
	1 1	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	2 0
Instalações elétricas	X	X								
Instalações hidráulicas		X								
Revestimento interno			X	X	X					
Instalação do forro interno						X	X			
Pintura externa e interna								X	X	
Arremates Finais de Obra										X

Nestas tabelas não são levados em consideração os serviços preliminares, como movimentação de terra e instalação de canteiro de obras, e a etapa de Fundação, sendo consideradas apenas as etapas relacionadas e superestrutura e acabamentos. Da mesma maneira que na tabela 2, as tabelas 3 e 4 também apresentam itens que não se repetem nos dois métodos construtivos, mesmo assim fica clara a larga vantagem do sistema LSF no que se refere ao tempo de execução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS/ CONCLUSÕES

Conclui-se que, com os empreendimentos e empresas do setor da construção civil em busca de maior produtividade, redução de custos e prazos, de alta qualidade do produto visando sempre um menor impacto ambiental, e tudo isso aliado a abundância de mão-de-obra e o grande déficit habitacional existente no estado de Pernambuco, o sistema LSF oferece um enorme diferencial, pois pode fornecer casas populares com qualidade igual ou superior as casas construídas em alvenaria, porém num tempo menor de construção, sem grande qualificação de mão de obra e ainda com um menor impacto ambiental.

A casa construída no sistema LSF tem um preço de custo, por metro quadrado, em torno de 80% do valor da casa construída no sistema convencional. Fazendo uma análise rápida da tabela 2, poderíamos supor que a razão pela qual o emprego do sistema LSF em estruturas de edificações tem sido pouco expressivo em nosso país se dá pelo custo mais elevado no item de "Elevações", uma vez que o material em aço leve é mais caro que os tijolos cerâmicos utilizados na construção convencional, porém se comparado ao potencial de nosso parque industrial isso torna-se irrelevante, uma vez que o Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo.

Avaliando o cenário de déficit imobiliário em que atravessam o país e o estado em questão, uma maior facilidade de aprovação de crédito por bancos para a construção de casas é possível se construídas num curto prazo de tempo de execução da obra, onde no sistema LSF da

superestrutura até a pintura externa duraria apenas 6 dias, enquanto que para o método tradicional chegaria a até 20 dias. O que torna o tempo mais curto neste sistema construtivo são fatores como a racionalização dos materiais e da mão de obra, os projetos arquitetônicos e estruturais que seguem o tamanho comercial dos perfis metálicos para a construção, evitando ao máximo, trabalhos desnecessários e desperdícios, além da leveza e praticidade de montagem. Outro fator que contribui é que as peças metálicas já vêm pré-montadas e cortadas de fábrica, o que traz uma melhor organização e limpeza ao canteiro de obras.

A manutenção das instalações hidráulicas e elétricas também deve

ser ressaltada pois se torna muito mais simples, rápida e menos desgastante, uma vez que todo e qualquer reparo é feito por dentro da casa, sem necessidade de quebra das paredes, apenas remoção e desparafusamento das placas. A questão sustentabilidade deste método construtivo é de grande importância, pois gera pouco lixo, os materiais são renováveis e há menos emissão de CO₂ quando comparado com a alvenaria em blocos cerâmicos.

Pelas razões expostas, o sistema LSF vem para se estabelecer como um dos processos construtivos do futuro, em que se é capaz de atingir elevadas produtividades, com baixo pessoal e desperdício, além de ser classificado como Green Building.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6120:1980 - **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 1980.

_____. NBR 7013:1981 – **Chapas de aço-carbono zincadas por imersão a quente Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 1981.

_____. NBR 6123:1988 - **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

_____. NBR 10735:1989 - **Chapas de aço de alta resistência mecânica zincadas continuamente por imersão a quente**. Rio de Janeiro, 1989.

_____. NBR 14432:2000-**Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR 14762: **Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR 7008:2003 - **Chapas de aço-carbono zincadas pelo processo contínuo de imersão a quente**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 6355:2003 – **Perfis estruturais, de aço, formados a frio – Padronização**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 8681:2003 – **Ações e segurança nas estruturas**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 14323:2003 - **Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 14964:2003 - **Chapas e bobinas de aço zincadas pelo processo contínuo de eletrodeposição – Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 15253:2005 - **Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15220-3:2005 – **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 8800:2008 **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR 15217:2009 - **Perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para "drywall" - Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2009.

_____. NBR 15575:2013 – **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO – AMN. NM 86:1996 - **Chapas de aço lisas, revestidas com uma camada de liga de alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente, qualidades comercial, de perfilagem e estampagem**. São Paulo, 1996.

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE - AISI - **Specification for the design of cold-formed steel structural members**. Washington, 2007.

AZEVEDO, Ana Paula de Medeiros. **COMPARATIVO DE CUSTOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: Proposta para habitação popular em Maceió**. 2017. 43 p. Artigo (Mestrado em Gerenciamento de Obras) Curso de Pós-graduação em Gerenciamento de Obras do Centro Universitário Cesmac. Maceió, 2017.

BELMAN, Comércio de aços. **Perfis Estruturais**. Disponível em: <<http://www.belman-acos.com.br/produto.php?id=35>>. Acesso em 21 de Junho de 2018.

CARDOSO, S. S. **Tecnologia construtiva de fachada em chapas delgadas estruturadas em light steel framing**. 2016. 258 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

CARDOSO, Silvia Scalzo; BARROS, Mercia Maria Bottura de. Especificação de Perfis para Drywall e Light Steel Framing. In: CONSTRUMETAL 2016 – Congresso latino-americano da construção metálica; 2016, São Paulo. São Paulo, 2016.

CEMEAR Distribuidora. **Steel Frame**. Disponível em: <<http://www.cemear.com.br/produtos/steel-frame/>>. Acesso em 21 de Junho de 2017.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Sistemas construtivos para habitação popular**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7066>>. Acesso em 21 de Junho de 2018.

FELIPE, Emídia. **O desafio do déficit habitacional em Pernambuco**. Recife, dez. 2013. Seção Imóveis. Disponível em: <jconline.ne10.uol.com.br>. Acesso em 21 de Junho de 2018.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Diretoria de Estatísticas e Informações do Governo de Minas Gerais. **Déficit Habitacional no Brasil 2015**. Belo Horizonte, 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit habitacional no Brasil 2007**. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, 2009.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos. **DIRETRIZ SINAT Nº 003 Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”)**. Brasília: Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, 2010.

OLIVEIRA, Carla Barroso; SILVA, Iolanda Ferreira; SANTOS, André C. de Oliveira. Análise comparativa do custo de produção de uma casa sistema convencional em alvenaria x sistema LSF com placa cimentícia. In: IBRACON – 50º congresso brasileiro do concreto; 2008, São Paulo. São Paulo, 2008.

REVISTA TÉCNICA. São Paulo: PINI, ed 144, mar. 2009. CONSTRUTORA USHOME. **Comparativos Alvenaria x Steel Frame**. Disponível em <<http://www.techne.pini.com.br/>>. Acesso em Junho: de 2018.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manual da Construção em Aço).

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Máira Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. Light Steel Framing como alternativa para construção de moradias populares. In: CONSTRUMETAL 2010 – Congresso latino-americano da construção metálica; 2010, São Paulo. São Paulo, 2010.

SILVA, Edson Lubas; SILVA, Valdir Pignatta. **Dimensionamento de Perfis Formados a Frio conforme NBR 14762 e NBR 6355**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2008. (Série Manual da Construção em Aço).

TERNI, A. W; SANTIAGO, A. K; PIANHERI, J. **Steel frame – fundações**. Revista Techne. Disponível em <<http://www.revistatechne.com.br/>>. Acesso em Junho: de 2018.

WANDERLEY, Ed. **Era uma casa nada engraçada**. Recife, nov. 2014. Seção Vida Urbana. Disponível em: <http://www.diariodepernambuco.com.br/outros/especiais_old/>. Acesso em 20 de Junho de 2018.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. **Light Steel Framing**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Light_Steel_Framing>. Acesso em 21 de Junho de 2018.