

# ESTUDO COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS LIGHT STEEL FRAME E DE PLACAS MONOLÍTICAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

**Dante Pavesi (UFSC)**

dantepavesi@gmail.com

**Andrea Holz Pfitzenreuter (UFSC)**

andrea.hp@ufsc.br



*O déficit habitacional brasileiro foi estimado em cerca de 5,2 milhões de moradias de acordo com levantamento realizado pelo Programa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) em 2013. A apresentação de alternativas construtivas que promovam eficiência de processos, melhorias do índice de habitabilidade e diminuição dos custos se tornam importantes para viabilizar sua produção. O presente artigo estabelece um estudo comparativo entre dois sistemas construtivos considerados industrializados, o Light Steel Frame (LSF) e o de placas monolíticas de poliestireno expandido, como opção de substituição ao sistema convencional de alvenaria e concreto armado. As características de cada um dos sistemas alternativos foram analisadas a fim de determinar as potenciais vantagens e desvantagens do emprego dos mesmos, como alternativa à construção de moradias que venham a suprir a carência de habitações no Brasil.*

*Palavras-chave: Sistemas construtivos. Steel Frame. EPS*

## 1. Introdução

No Brasil, segundo Penna (2009) existem duas condicionantes que são consenso ao meio da construção civil: o considerável déficit habitacional no país e a possibilidade de implementação da industrialização nos sistemas construtivos.

De acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP, 2015) e baseado em dados do Programa Nacional por Amostra de Domicílios de 2013 (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional no Brasil fica em torno de 5,2 milhões de moradias. Diante do panorama de expansão dos programas habitacionais no país, é vantajoso que os processos de construção desempenhem seu papel de maneira funcional, segura e durável, mas que também o façam de modo produtivo, construtivo e visando a diminuição de custo e perda de recursos, bem como a mitigação dos índices de agressão ambiental (BAUDALF, 2004).

A realidade da construção civil no país instiga a necessidade por processos inteligentes e soluções para a diminuição dos problemas relacionados aos processos de produção, execução e entrega das obras. Deste modo, a comparação dos diferentes sistemas construtivos torna-se uma importante ferramenta para realizar levantamentos que levem à melhor escolha de abordagem da construção.

O ramo de edificações no Brasil ainda é baseado em sistemas de construção convencionais, os quais remetem a processos que utilizam mão de obra de modo intensivo no canteiro de obras e altos índices de desperdício de materiais (BERTOLDI, 2007).

A comparação de sistemas construtivos visa, por meio da investigação de suas características e peculiaridades, analisar quais as condições de implantação, considerando as diversas variáveis que as compõe, tais como insumos de execução, equipamentos empregados e grau de qualificação da mão de obra. Dentre os sistemas construtivos caracterizados por um

alto grau de industrialização, destacam-se o *Light Steel Frame* (LSF) e o de placas monolíticas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com telas eletrosoldadas e microconcreto, sendo estes constituídos de peças pré-fabricadas, cuja montagem é realizada *in loco* (PENNA, 2009; SOUZA, 2009).

Este artigo por objetivo comparar o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) com o sistema de placas monolíticas de poliestireno expandido (EPS). Sendo assim, serão apresentadas as características de cada um dos sistemas, para que estas contribuam para a verificação das vantagens e desvantagens oferecidas por cada técnica, em relação ao método construtivo tradicional, em concreto armado.

## 2. Sistemas e Processos Construtivos

Um sistema construtivo é definido por Sabbatini (1989) como “um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituídos por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados”.

Os processos construtivos podem ser classificados ainda em três tipos, sendo estes tradicionais, racionalizados ou industrializados. O Quadro 1 contextualiza os diferentes processos construtivos e suas características, segundo as definições apresentadas por Sabbatini (1989).

Quadro 1: Conceituação dos diferentes tipos de processos construtivos.

| PROCESSOS CONSTRUTIVOS | CONCEITOS   |
|------------------------|---|
| Tradicionais           | Baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão de obra e baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevados índices de desperdícios de mão de obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra. |
| Racionalizados         | Técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras são empregadas na construção, sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção.   |

|                  |   |
|------------------|---|
| Industrializados | Baseado no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro. Utiliza preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem. |
|------------------|---|

Fonte: SABBATINI, 1989

Os sistemas construtivos *light steel frame* e de placas monolíticas de poliestireno expandido são caracterizados por serem industrializados, tanto em relação à produção quanto a processos, sendo estes sistemas objetos de estudo do presente trabalho.

### 2.1 *Light Steel Framing* (LSF)

No Brasil ainda predominam os métodos artesanais de construção, sendo o LSF pouco conhecido. O nome *light steel framing* (LSF) refere-se ao esqueleto estrutural composto pelos perfis de aço galvanizado, de modo que, quando devidamente montados, possam agir em conjunto como um meio de resistência às cargas impostas pela edificação. É um sistema caracterizado como racionalizado, que viabiliza uma execução industrializada e seca da construção, quando associado a outros subsistemas igualmente considerados racionalizados (FREITAS; CRASTO, 2006).

Embora seja considerada uma tecnologia recente de construção, sua origem remete ao século XIX, onde com o crescente aumento da população devido à colonização do território norte-americano na época, gerou-se um súbito aumento da demanda habitacional e, por consequência, a necessidade de métodos construtivos mais rápidos e funcionais, no que diz respeito à produção de residências (SANTIAGO, 2008).

O sistema construtivo LSF é baseado na utilização de perfis formados a frio de aço galvanizado como material fundamental, que quando aliados a outros elementos, tais como chapas de *gousset*, fitas e bloqueadores, placas de OSB (*oriented strand board* – tiras de madeira orientada), têm finalidade no auxílio do contraventamento da construção (CAMPOS, 2014). A ligação dos perfis para a obtenção de um conjunto estrutural autoportante e que possa transmitir as cargas impostas à estrutura é, em geral, realizada por parafusos autobrocantes ou autoatarraxantes (LIMA, 2013).

As principais normas que regem as especificações do material de confecção dos perfis, são a ABNT NBR 10735:1989, BNR 7013:2003 e NBR 7008:2012. A ABNT NBR 6673:1981 rege a resistência mínima de escoamento dos perfis, e dita que a mesma não deve ser menor do que 230 MPa. A ABNT NBR 6355:2012, por sua vez, determina as geometrias de cada tipo de perfil utilizado no sistema estrutural da construção.

De acordo com Rodrigues (2006), o LSF é caracterizado como vantajoso tanto em relação ao sistema convencional de construção quanto em relação às construções com madeira, pelos ganhos relacionados à redução no prazo de execução da obra e durabilidade da mesma, além da diminuição dos custos e dos índices de desperdícios de material. O autor ainda afirma que o LSF apresenta maior precisão na montagem dos componentes em relação ao sistema citado, consistindo ainda de um material mais leve, reciclável, incombustível e resistente à corrosão.

Entre os pontos positivos apresentados pelo sistema LSF, Crasto (2005) relata a padronização e controles de qualidade dos produtos que constituem o sistema, a facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, facilidade de montagem, manuseio e transporte dos elementos, a durabilidade e longevidade da estrutura, dado o processo de galvanização das chapas que dão forma aos perfis, construção a seco, os perfis perfurados facilitam as instalações elétricas e hidráulicas, facilidade de execução de ligações, rapidez de construção e, por fim, o fato de o aço ser 100% reciclável.

Das limitações desse sistema construtivo, tem-se a condição de que ele é, dados os parâmetros brasileiros, adequado a edifícios de no máximo cinco pavimentos (LIMA, 2013). Tem-se ainda como limitante a necessidade de formação de mão de obra e a falta de reconhecimento do LSF como um sistema construtivo.

Sendo as construções em LSF de modo geral mais leves do que outros tipos de edificações, as quais utilizam sistemas construtivos convencionais, como de alvenaria estrutural ou estrutura pré-moldadas de concreto, por exemplo, suas fundações são, também de modo geral, mais econômicas em relação às dos sistemas convencionais de construção (CAMPOS, 2014). No entanto, como os painéis distribuem as cargas impostas iniformemente

para a fundação, há a necessidade que a mesma seja contínua, em toda a extensão dos painéis, de base nivelada e em esquadro, para que seja proporcionada maior precisão na montagem da estrutura. Um tipo de laje eficiente na concepção de construção em LSF é a do tipo radier (VIVAN, 2011).

Os métodos utilizados no processo construtivo em LSF podem ser de três tipos, sendo estes: stick, por painéis e modular. No método stick, os perfis são cortados no próprio canteiro de obra, e os painéis, lajes, colunas, contraventamento e tesouras de telhado são montados no local da obra. No método por painéis, os elementos estruturais são produzidos fora do canteiro de obra, cabendo apenas o transporte e interligação dos mesmos no local da obra para que, relacionados, montem a edificação propriamente dita. No método modular, por sua vez, as unidades são completamente pré-fabricadas e apenas entregues no local da obra constando todos os acabamentos internos, onde há necessidade de apenas interligar os módulos para a obtenção da edificação (CRASTO, 2005).

De acordo com Lima (2013, p.1), devido ao “[...] elevado custo da mão de obra e do aumento da autoconstrução, faz-se necessário que o *light steel framing* seja consolidado no Brasil como um sistema construtivo não inovador, ou seja, a solução completa para uma edificação com materiais já existentes no mercado.”. Vivan (2011, p. 15) complementa que o LSF é “[...] capaz de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento entre os diversos agentes envolvidos com a modernização do setor.”.

## 2.2 Placas Monolíticas de Poliestireno Expandido

O poliestireno expandido, cuja sigla internacional é designada por EPS é, de acordo com Neto (2008, p. 34) definido como um “[...] plástico celular rígido que pode se apresentar sobre diversas formas geométricas e pode desempenhar uma infinidade de aplicações.”. Sua utilização como material no ramo da construção civil é justificada mediante suas propriedades de isolamento térmico, baixo peso específico, além de ser um material considerado praticamente não bio-degradável e a prova d’água (GAGGINO, 2005).

No início da década de 80 surgiu na Itália um sistema construtivo composto por painéis de EPS reforçados por telas eletrosoldadas de aço que são, posteriormente, revestidas

por concreto ou argamassa. O sistema foi desenvolvido pela empresa Monolite e, por isto, foi designado como sistema Monolite (SOUZA, 2009).

A utilização do sistema Monolite é justificada mediante as características em relação à redução de desperdícios do processo de construção quando comparado com os métodos convencionais de execução de construções em concreto, além da reduzida mão de obra. O emprego dos painéis de EPS permite a racionalização dos processos de fabricação, ocorridos fora do canteiro de obras, na indústria, e sua montagem *in loco*, além da reduzida mão de obra necessária à produção dos painéis (SOUZA, 2009).

Estes painéis são produzidos em tamanhos padronizados, e revestidos com telas eletrosoldadas que ultrapassam a largura dos mesmos, fazendo o papel da armadura após a aplicação do concreto ou argamassa, e proporcionando ganhos de resistência ao conjunto autoportante, além de permitir a confecção de emendas entre painéis consecutivos. Somente quando todos os painéis são interligados e colocados corretamente em sua posição final, aplica-se o revestimento de argamassa, que varia de 2,5 cm a 3,8 cm de espessura, de cada lado do núcleo. O revestimento pode ser feito de modo convencional de emboçamento ou por meio do emprego de jateamento sob pressão, por equipamentos mais modernos (BERTINI, 2002).

As telas eletrosoldadas de aço galvanizado que revestem o núcleo localizam-se a uma distância de 1 cm das placas de EPS e têm a função primária de proporcionar resistência ao conjunto, semelhante à função do aço no sistema construtivo em concreto armado. Sua função secundária é permitir a confecção de emendas entre placas consecutivas. O revestimento em argamassa ou microconcreto apresenta espessura variável, porém não menor do que 25 mm, e é realizado de modo a revestir o núcleo e a armadura de telas eletrosoldadas, permitindo a obtenção de um conjunto que possa resistir aos esforços impostos pela estrutura.

Das vantagens do emprego do sistema Monolite em relação aos sistemas convencionais de construção, Monoforte (s. d., p. 1) lista o menor custo, a versatilidade e adaptabilidade a todos os estilos arquitetônicos, obtenção de uma obra limpa e seca, conforto térmico e acústico dos ambientes, facilidade de transporte, capacidade estrutural, agilidade

nas instalações elétricas e hidráulicas, além do sistema ser sustentável, uma vez que o EPS é 100% reciclável.

A escolha pela utilização do sistema Monolite ainda implica em redução das dimensões das fundações da obra, diminuindo custos e simplificando a execução destas, uma vez que é caracterizado pelo baixo peso próprio.

De acordo com a configuração da parede, os painéis recebem ou não esforços na armadura, a fim de proporcionar a devida interligação entre os mesmos e a estrutura. Para a realização das amarrações das telas e demais elementos estruturais na montagem dos painéis em obra, e execução das emendas dos reforços, é necessária a utilização de arames e alicates, de modo manual, ou grampeadoras pneumáticas, caso a execução do serviço seja mecanizada, sendo que este último proporciona maior produtividade e padronização na fixação. Nas operações de abertura dos sulcos de passagem das tubulações hidráulicas e elétricas, é utilizado como ferramenta auxiliar o soprador térmico que, ao soprar ar quente sobre o EPS, provoca a contração do mesmo, permitindo a obtenção dos canais de passagem para a tubulação (SOUZA, 2009).

No que diz respeito à mão de obra para execução dos processos relacionados ao sistema construtivo Monolite, Bertoldi (2007, p. 44) relata que "pelas características do processo e por sua simplicidade, não requer uma mão de obra especializada.". O autor ainda afirma que o transporte do material da indústria de confecção até o canteiro de obras, apresenta facilidade devido à leveza e facilidade de manuseio do material.

O sistema construtivo Monolite permite a construção de obras de até quatro pavimentos, as quais utilizam painéis simples de modo estrutural. Para obras de alturas maiores, utilizam-se painéis duplos em que, em seu interior, recebem armaduras adicionais para que, posteriormente, recebam preenchimento com concreto. Para este caso, as placas de EPS servem como um tipo de fôrma para a estrutura de concreto armado, permitindo a construção de edificações de vários pavimentos (BERTOLDI, 2007).

### 3. Considerações Finais

Ambos os sistemas construtivos LSF e Monolite podem ser caracterizados como racionalizados e industrializados, onde o emprego de técnicas industriais é presente tanto na execução dos processos quanto na produção dos elementos construtivos que dão forma à edificação.

Os sistemas construtivos diferem-se entre si nas características relacionadas à sua composição e implantação. O sistema Monolite é, de modo geral, mais simples quanto aos materiais utilizados e à sua execução, sendo que não requer o emprego de mão de obra especializada. Constata-se também que o sistema LSF apresenta uma gama de materiais maior que o sistema Monolite, em que os componentes baseiam-se no encaixe direto a partir de parafusos e placas de *gousset*, havendo então necessidade de especialização da mão de obra para a realização das atividades.

Os equipamentos necessários à execução da obra são, de modo geral, simples e de pequeno porte, facilitando o transporte e manuseio dentro do canteiro de obras e dispensando, a princípio, a utilização de maquinário de grande porte.

Das limitações de cada um dos sistemas construtivos tem-se que estas restringem as edificações quanto ao porte, de modo que apresentem no máximo 5 pavimentos para o LSF e 4 pavimentos para a execução a partir do sistema Monolite, além de que há necessidade de assentamento sobre uma fundação do tipo contínua, sendo o *radier* o tipo mais indicado.

No que diz respeito às vantagens da utilização do LSF e Monolite como sistema construtivo, tem-se basicamente os preceitos dados por sistemas considerados industrializados, tais como a padronização de componentes, agilidade de processos de montagem, e por consequência, redução do prazo final de entrega da obra, obra mais limpa e seca e redução de desperdício de materiais.

A relação de custos dá-se, também, como um fator impactante na escolha do sistema construtivo a ser aplicado na construção. O levantamento dos custos envolventes ao processo construtivo da edificação é variável dentre os diferentes sistemas construtivos, uma vez que depende diretamente de suas características. Tomar conhecimento destes nas diferentes etapas

da construção, seus insumos e serviços é, portanto, otimizar os valores de execução da obra e permitir maior acessibilidade do consumidor final.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355:2012** – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 2012.
- PENNA, Fernando Cesar Firpe. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática.** 2009. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2013: resultados preliminares.** Nota técnica. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2015.
- BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** 2007. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil.** 2004. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- SOUZA, Angela Cristina Alves Guimarães de. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares.** 2009. 180 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009.
- SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. 336 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel framing: arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.
- SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural.** 2008. 153 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento.** 2014. 198 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame.** 2013. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel framing: Engenharia.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.
- CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** 2005. 254 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- VIVAN, André Luiz. **Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing.** 2011. 209 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- NETO, José Orlando Avesani. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos.** 2008. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

GAGGINO, Rosana. Light and insulant plates for housing external closure. **Science Direct**. Córdoba, Argentina, p. 1, 2005.

BERTINI, Alexandre Araújo. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada**. 2002. 221 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

MONOFORTE. **Sistema construtivo MONOFORTE**. [S.l: s. d.].