

Artigo

Construções de light steel frame

Diante do crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a indústria da construção civil no mundo tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente.

Apesar de, no Brasil, a construção civil ainda ser predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício, o mercado tem sinalizado mudanças nessa situação, mas ainda de forma lenta se comparada a outros setores da economia. Dentro dessa realidade, os construtores têm buscado investir em processos construtivos mais eficientes que resultem em produtos de melhor qualidade sem aumentos significativos dos custos, a fim de se tornarem mais competitivos, como forma de garantir a presença de suas empresas no mercado.

O caminho para mudar esse quadro, como afirma Dias (2000), passa necessariamente pela construção industrializada, com mão-de-obra qualificada, otimização de custo mediante contenção do desperdício de materiais, padronização, produção seriada e em escala, racionalização e cronogramas rígidos de planejamento e execução. Apesar de as empresas construtoras brasileiras serem tradicionalmente resistentes às modernizações dos seus meios de produção, a introdução de inovações tecnológicas é a melhor forma para se atingir a industrialização dos processos construtivos.

Porém, essas inovações devem ser economicamente viáveis e compatíveis com os condicionantes nacionais, para que a construção industrializada possa ser a solução real no panorama brasileiro (Sales, 2001). Outrossim, para que essas iniciativas sejam bem-sucedidas estas devem ser incorporadas e analisadas a partir de uma visão sistêmica. Visão essa que além de promover a integração e coordenação entre todos os subsistemas da edificação, priorize o projeto cuja concepção incorpore as condicionantes do sistema construtivo proposto, sob a ótica do processo de produção.

Nesse contexto, o uso do aço na construção civil vem aparecendo como uma das alternativas para mudar o panorama do setor. A construção em aço requer conhecimento das potencialidades e limitações de seu uso e de todos os subsistemas que compõem a edificação, incluindo sua compatibilização e, além disso, exige uma grande atenção ao planejamento e interação de cada uma de suas etapas, desde a concepção de projeto até a montagem e finalização da edificação.

Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de aço, o emprego de estruturas metálicas em edificações tem sido pouco expressivo se comparado ao potencial do parque industrial brasileiro. Paralelamente, o desenvolvimento de produtos siderúrgicos no País ampliou as alternativas de soluções construtivas disponíveis.

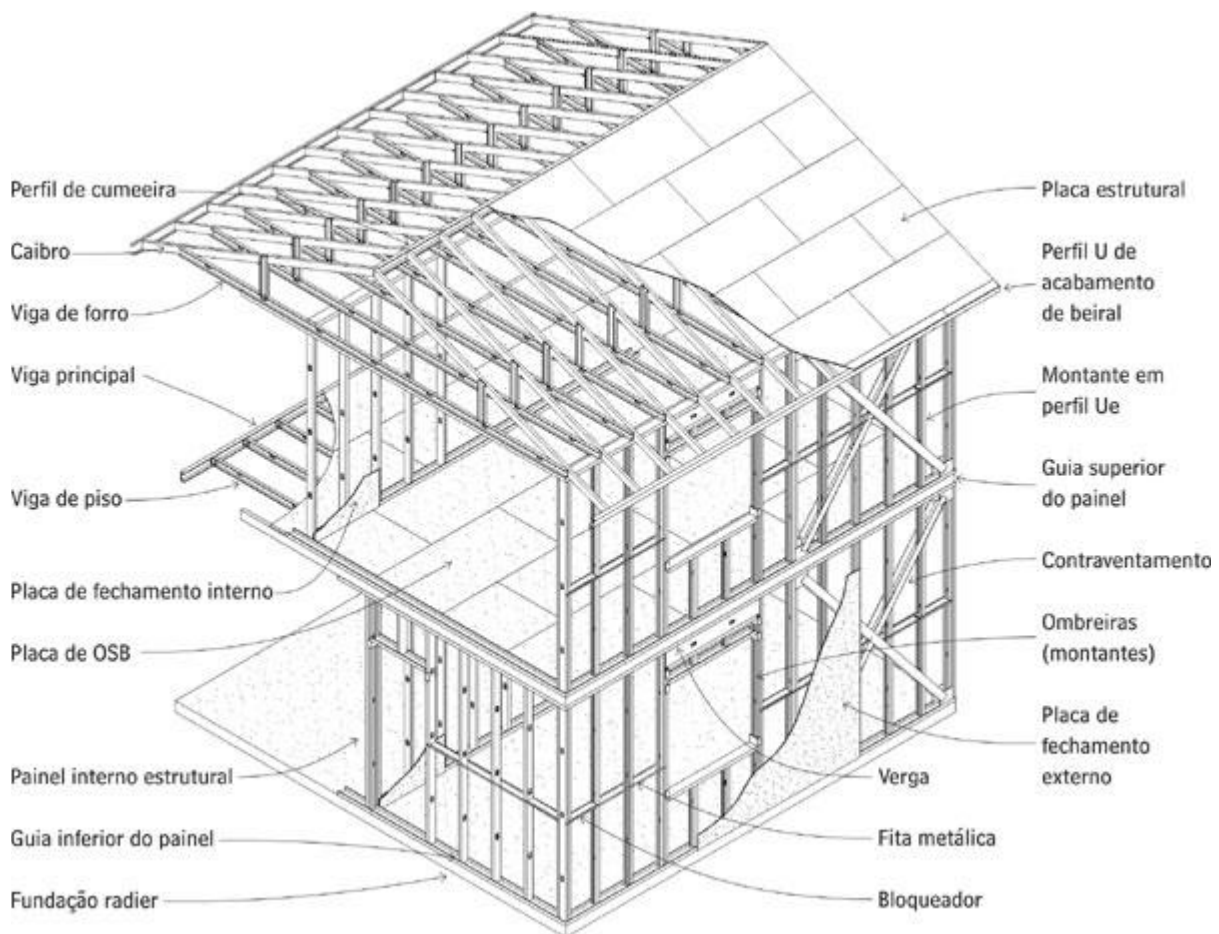


Figura 1 - Desenho esquemático de uma residência em LSF

Sistema Light Steel Frame

Dentre as soluções construtivas industrializadas que empregam os perfis de aço formados a frio como elemento estrutural, o sistema LSF (Light Steel Frame) tem despertado grande interesse no mercado nacional. Trata-se de um sistema construtivo de concepção racional caracterizado pelo uso de perfis formados a frio de aço galvanizado compondo sua estrutura e por subsistemas que proporcionam uma construção industrializada e a seco (foto 1).

Embora o LSF venha sendo empregado em países como Estados Unidos, Inglaterra, Japão e Austrália há mais de 40 anos, foi só no início da década de 90 que seu uso foi intensificado com o desenvolvimento da cadeia produtiva, preços mais competitivos e formação de associações (Trebilcock, 1994).

No Brasil, no final da década de 90, com o setor cada vez mais favorável à introdução de novas tecnologias e estimulado pela aceitação do drywall, algumas construtoras brasileiras começaram a importar dos Estados Unidos kits pré-fabricados em LSF para a montagem de casas residenciais. Apesar dessas construções pré-fabricadas não terem sido projetadas para o clima e a cultura brasileira, percebeu-se a eficiência do sistema enquanto processo industrializado. Atualmente, o Brasil já conta com uma infra-estrutura instalada para a produção de construções com o sistema LSF, apesar de ainda existir a necessidade de "tropicalização" da tecnologia no sentido de se adequar à diversidade de nosso clima, aos padrões estéticos e à cultura construtiva nacional.

A partir da flexibilidade e agilidade construtiva do sistema LSF observa-se um grande potencial a ser explorado nas mais diversas aplicações, dentre as quais podemos citar: casas, edifícios residenciais e comerciais de baixa altura, estabelecimentos de saúde e de ensino, hotéis, habitações de interesse social e no retrofit de edificações.



Foto 1 - Estrutura de residência em light steel frame

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. Em conjunto com outros subsistemas como fundação, fechamentos interno e externo, isolamento termoacústico e instalações elétricas e hidráulicas dão forma à edificação e garantem sua habitabilidade (figura 1).

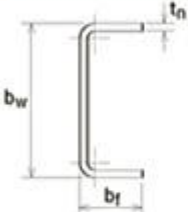
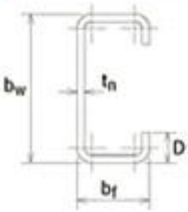
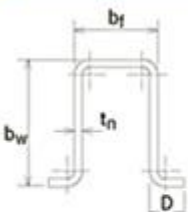
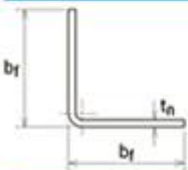
Os perfis típicos para o uso em LSF geralmente são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado. As seções mais comuns na construção civil são as com formato em "C" ou "U" enrijecido (Ue) para montantes e vigas e o "U" simples que é usado como guia na base e no topo dos painéis. As guias geralmente não transmitem nem absorvem os esforços, sendo isso feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura.

No Brasil, as dimensões dos perfis comercializados são 90, 140 e 200 mm (dimensões da alma dos perfis). E os flanges podem variar de 35 a 40 mm, dependendo do fabricante e do tipo de perfil. Os outros perfis que podem ser necessários são tiras planas, cantoneiras e cartolas. Tiras ou fitas são tipicamente utilizadas para estabilização dos painéis. As cantoneiras são normalmente usadas nas conexões de elementos, e o cartola é comumente empregado como ripas de telhado (tabela 1).

Por ser muito leve, a estrutura de steel frame e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções. Como a carga é distribuída uniformemente ao longo dos painéis estruturais, a fundação deverá ser contínua, suportando os painéis em toda a sua extensão. A escolha do tipo de fundação vai depender: da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade de solo estável. Porém, sempre que o tipo de terreno permite, a laje radier é a fundação mais comumente utilizada para construções em LSF. Para evitar o movimento da edificação devido à ação do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. O tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamento são definidos segundo o cálculo estrutural. Os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química com barra roscada; a com fita metálica e a fixação com barra roscada tipo "J".

A seguir tem-se uma breve descrição dos componentes do sistema.

Tabela 1 – DESIGNAÇÕES DOS PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO PARA USO EM STEEL FRAME E SUAS RESPECTIVAS APLICAÇÕES

Seção transversal	Série Designação NBR 6355:20031)	Utilização
	U simples U b _w x b _f x t _n	Guia Ripa Bloqueador Viga principal
	U enrijecido U _e b _w x b _f x D x t _n	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola C _r b _w x b _f x D x t _n	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L b _{f1} x b _{f2} x t _n	Cantoneira

Fonte: Nomenclatura segundo projeto de norma CB 28:000.04-007 (ABNT, 2005)

Painéis

As paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis estruturais ou autoportantes e são compostas por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo U_e conhecidos como montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U, denominados guias. Os painéis estruturais estão sujeitos a cargas horizontais de vento, assim como a cargas verticais oriundas da sua utilização, dos pisos, telhados e outros painéis. A função dos painéis é absorver esses esforços e transmiti-los à fundação.

De maneira geral, os montantes que compõem os painéis transferem as cargas verticais por contato direto através de suas almas, estando suas seções coincidentes de um nível a outro, dando origem a uma estrutura alinhada (figura 2). Vigas de piso, tesouras de telhado ou treliças também devem estar alinhadas aos montantes. Quando não é possível conseguir esse alinhamento deverá ser colocada sob o painel uma viga capaz de distribuir uniformemente as cargas excêntricas aos montantes inferiores. A distância entre os montantes ou modulação, geralmente de 400 ou 600 mm, é determinada pelas solicitações dos mesmos. A modulação otimiza custos e mão-de-obra à medida que padronizam e permitem a multiplicidade dos componentes estruturais, de fechamento e de revestimento. Os montantes são unidos em seus extremos inferiores e superiores pelas guias, que não absorvem os esforços aos quais os painéis estão sujeitos, e cuja função é fixar os montantes a fim de constituir um quadro estrutural.

Em algumas situações de carregamento é necessário a utilização nos painéis estruturais de elementos de enrijecimento, os contraventamentos, que podem ser em "X" (foto 2) ou placas estruturais de fechamento que funcionam como diafragmas rígidos.

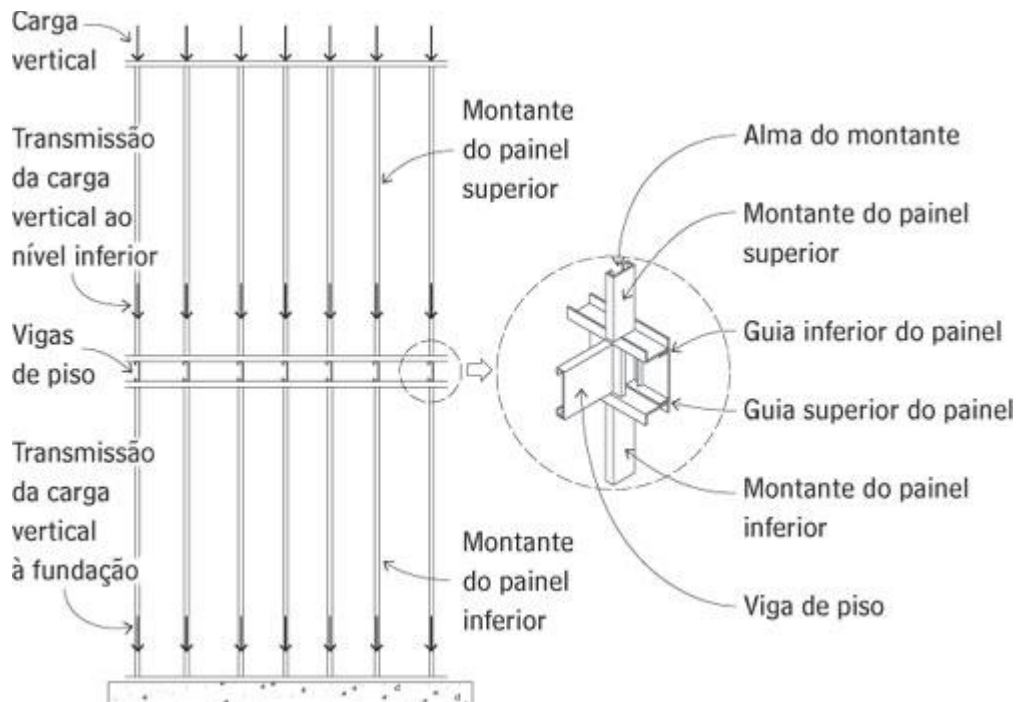


Figura 2 - Transmissão da carga vertical à fundação - alinhamento da estrutura

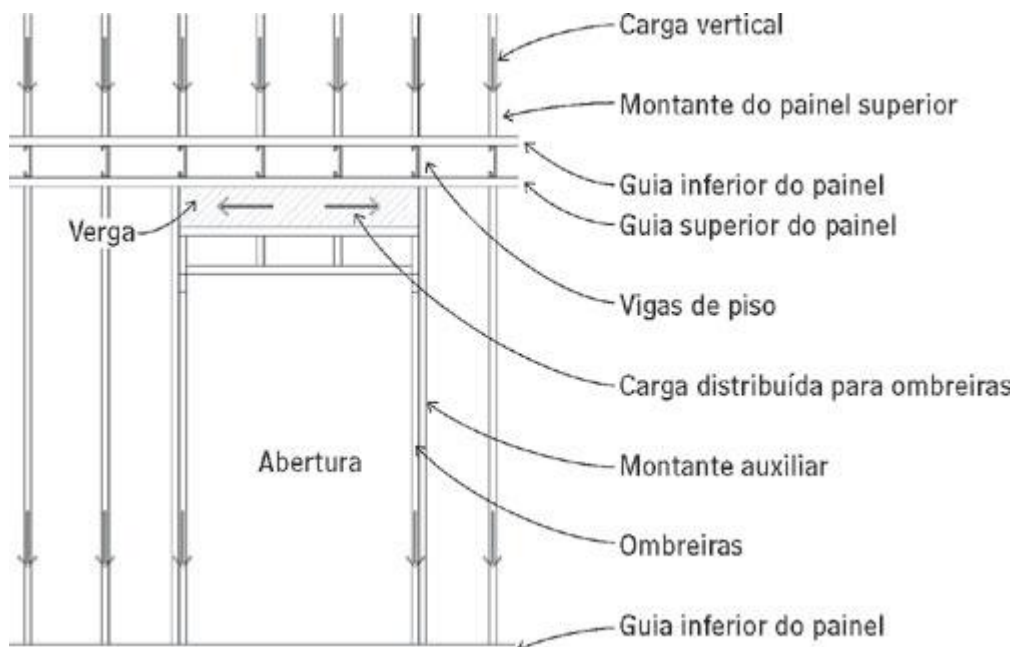


Figura 3 - Distribuição dos esforços através da verga para as ombreiras

Aberturas para portas e janelas em um painel portante necessitam de elementos estruturais como vergas a fim de redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos aos montantes que delimitam lateralmente o vão, denominados de ombreiras. (figura 3). A verga pode ter várias combinações, mas basicamente é composta de dois perfis "Ue" conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U.

Nem todos os painéis precisam ser estruturais. Os painéis não-estruturais funcionam apenas como vedação externa da edificação, ou

como divisória interna onde é comum o emprego do drywall.

Os componentes de fechamento dos painéis são posicionados externamente à estrutura como uma "pele" e juntamente com os perfis galvanizados vão formar as vedações verticais internas e externas da edificação. Os componentes de fechamento devem ser constituídos por elementos leves, compatíveis com o conceito da estrutura à qual é dimensionada para suportar vedações de baixo peso próprio. Como também, os materiais mais adequados são aqueles que propiciam uma obra "seca". No mercado nacional os produtos disponíveis para o fechamento de construções em LSF são fornecidos em placas ou chapas, com várias espessuras e os mais utilizados são o OSB (Oriented Strand Board), a placa cimentícia e o gesso acartonado, este último, só pode ser usado em aplicações internas. Normalmente, as placas são dimensionadas com largura de 1,20 m, múltiplos da modulação estrutural, a fim de otimizar a utilização das mesmas, tornando o processo construtivo mais racionalizado.



Foto 2 - Painel com contraventamento em "X"

As placas de fechamento externo também podem atuar como diafragma rígido, possibilitando um aumento da resistência do painel. Porém, nem todas as placas apresentam características estruturais para resistir à ação das cargas horizontais. Portanto, nos casos em que são utilizadas placas de fechamento que não sejam estruturais, é necessário o uso do contraventamento com fitas metálicas.

Placas de OSB, quando utilizadas como fechamento externo, necessitam de revestimentos e impermeabilização que garantam a estanqueidade dos painéis. A impermeabilização das placas é feita por uma membrana de polietileno de alta densidade, que reveste toda a área externa das placas evitando a entrada da água, porém permitindo a passagem da umidade da parte interna dos painéis para o exterior, evitando a condensação dentro dos mesmos. Para o revestimento das placas de OSB podem ser adotados o siding vinílico e a argamassa, sendo que esse último, por se tratar de uma etapa úmida, influi no nível de industrialização da obra.

Basicamente, o método mais indicado para revestir o OSB com argamassa consiste em aplicá-la sobre tela de viveiro ou tela plástica resistente à alcalinidade. A tela disposta em duas camadas e fixada com grampos sobre a superfície do OSB impermeabilizada com a membrana de polietileno garante a aderência da argamassa. A argamassa de traço forte deve ser aplicada, uniformemente, oferecendo um bom recobrimento e não deixando a tela exposta.

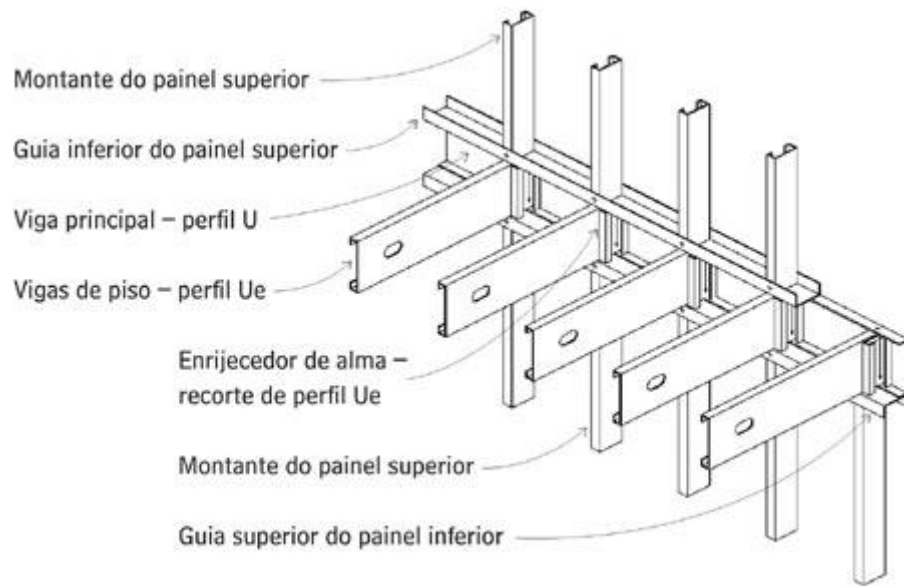


Figura 4 - Estrutura de piso em steel frame

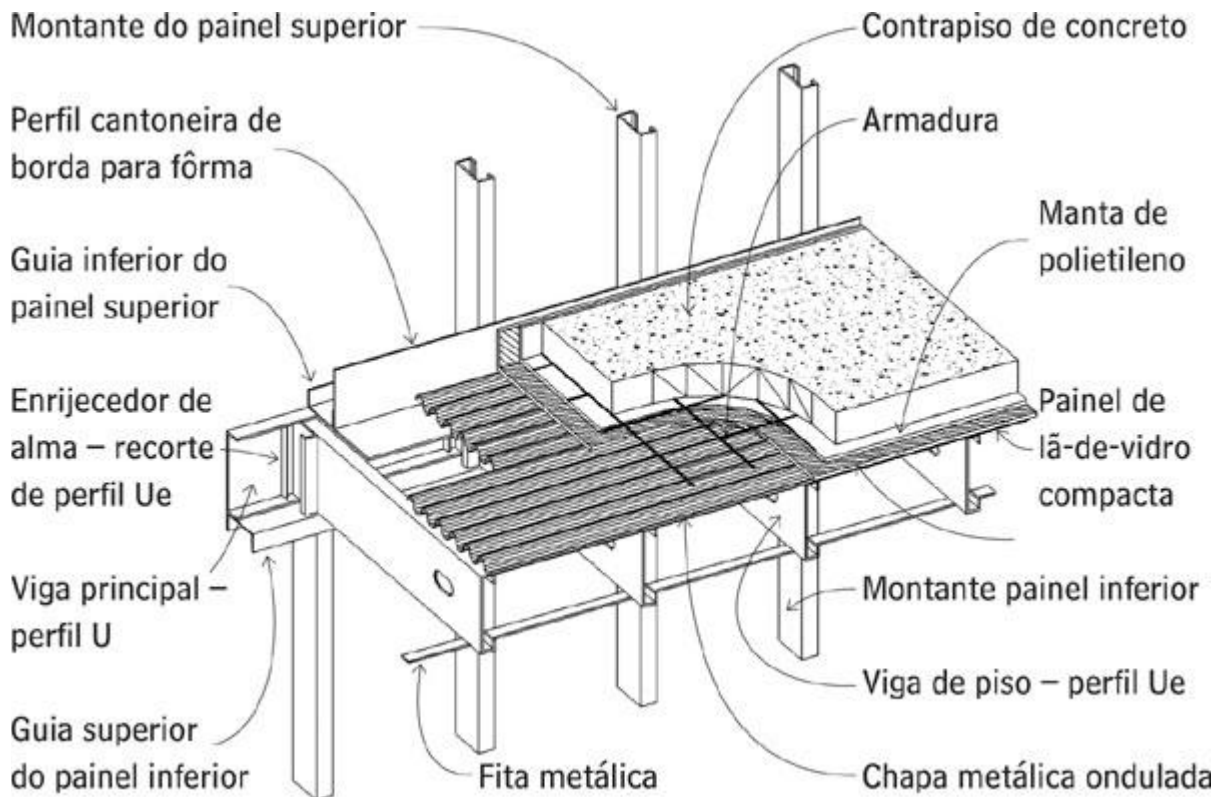


Figura 5 - Desenho esquemático de laje úmida

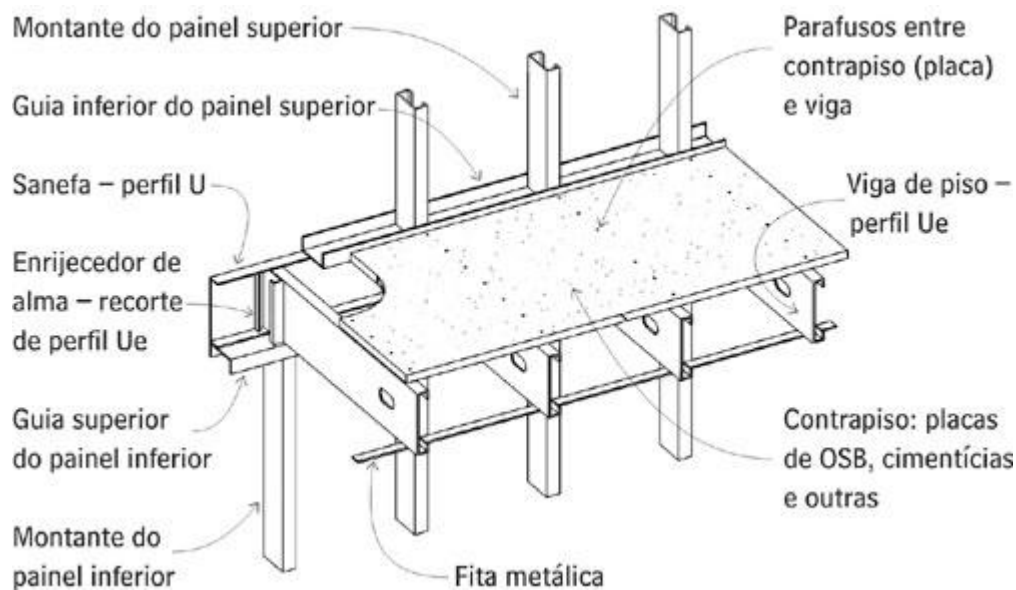


Figura 6 - Desenho esquemático de laje seca

Lajes

As lajes, partindo do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados, dispostos na horizontal e obedecem à mesma modulação dos montantes. Esses perfis compõem as vigas de piso, servindo de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso. As vigas de piso estão apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos montantes, novamente compondo uma estrutura alinhada (figura 4). Essa disposição permite garantir que predomine esforços axiais nos elementos da estrutura. De acordo com a natureza do contrapiso, a laje pode ser do tipo steel deck, onde se utiliza uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas e preenchida com concreto que serve de base para o contrapiso (figura 5). Ou pode ser do tipo seca quando placas rígidas de OSB, cimentícias ou outras são aparafusadas à estrutura do piso (figura 6). Alguns construtores acham mais produtivo montar os painéis estruturais do pavimento superior sobre o contrapiso da laje, seja ela seca ou úmida. Porém a bibliografia recomenda que os painéis portantes sejam montados diretamente sobre a estrutura do piso, onde os montantes do painel superior façam contato direto com as vigas de piso como forma de garantir a transmissão axial dos esforços entre os componentes da estrutura e evitar deformações relativas à falta de nivelamento ou precisão dimensional dos elementos que formam o contrapiso.

Coberturas

Existe uma grande diversidade de formas para a cobertura de edificações. Independente da tipologia adotada, desde coberta plana até telhados mais elaborados, a versatilidade do steel frame possibilita ao arquiteto liberdade de expressão. Quando se trata de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional com o uso de tesouras ou caibros, porém substituindo o madeiramento por perfis galvanizados (foto 3). As telhas utilizadas para a cobertura podem ser cerâmicas, metálicas, de cimento reforçado por fios sintéticos ou de concreto. Também é comum o uso de telhas shingles, que são compostas de material asfáltico. A telhas cerâmicas e shingles necessitam de um substrato de apoio, geralmente placas de OSB protegidas por mantas de impermeabilização.



Foto 3 - Estrutura de telhado em LSF com cobertura em telhas metálicas



Foto 4 - Casas construídas com o sistema LSF em Cotia (SP)

Considerações finais

Por meio de pesquisas realizadas por Sales et al. (2001) observou-se que grande parte das falhas construtivas e problemas executivos são devidos à deficiência de projeto e de planejamento do processo de produção. O sucesso de um empreendimento em LSF ou em qualquer outro sistema construtivo industrializado passa necessariamente pela concepção de um projeto de arquitetura dotado de uma visão sistêmica do processo de produção e que considere todo o potencial e condicionantes do sistema. Como sistemas industrializados são incompatíveis com improvisações no canteiro, a racionalização construtiva deve ser proporcionada desde a concepção do projeto, pela otimização do uso dos componentes por meio da coordenação modular, da compatibilização entre projetos e de subsistemas e do emprego de projetos para a produção. O uso da coordenação modular permite eliminar a fabricação, modificação ou adaptação de peças em obra, reduzindo o tempo da execução e o desperdício de materiais. A metodologia básica para a aplicação da coordenação modular na construção civil é conseguida pela integração dos subsistemas e componentes de uma edificação a uma malha modular que permita a coordenação de todas as informações do projeto. Para projetos com o sistema LSF pode ser adotada uma malha de 1.200 mm x 1.200 mm, pois ela é múltipla da modulação estrutural tanto de 400 mm como de 600 mm, permitindo que o projeto seja posteriormente adequado a qualquer das opções determinadas pelo projeto estrutural. Também essa modulação permite, desde o anteprojeto, a otimização no uso das placas de fechamento e dos materiais de revestimento.

É certo que sistemas construtivos como o light steel frame são uma ponte para o desenvolvimento tecnológico da construção civil e uma promessa para a industrialização do setor.

Leia Mais

- Sistema Light Steel Framing: um guia para arquitetos. R. C. M Crasto, A. M. S. Freitas. Série Manual de Construção em Aço. Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2005.

- Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing. R. C. M Crasto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.
- Interfaces entre Sistemas de Vedação e Estruturas Metálicas, Problemas Reais. U. C. Sales, H. A. Souza e F. A. Neves. Revista Técnica nº 53.
- Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo. Revista Técnica nº 79.
- Revestimento em régua paralelas. Revista Técnica nº 76
- Building design using cold formed steel sections: an architect's guide. P. J Trebilcock. Berkshire: SCI (Steel Construction Institute) Publication, 1994.
- Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem. L. A. M. Dias. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

Técnica 112 - julho de 2006