

ASPECTOS CONSTRUTIVOS DO PISO MISTO DE PEQUENA ALTURA

KOCHEM, Raimundo Fagner de Freitas (1); DE NARDIN, Silvana (2)

(1) Mestrando em Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, raimundokochem@gmail.com. (2) Professora Adjunta, Universidade Federal de São Carlos, snardin@ufscar.br

Resumo: A procura e utilização de sistemas mistos de aço e concreto vem crescendo gradualmente nos últimos anos no Brasil, isto devido à sua grande eficiência tanto em termos estruturais como construtivos. Neste contexto estão inseridos os pisos mistos de pequena altura, cuja principal característica é o embutimento da viga na laje, resultando em redução da altura total do sistema laje-viga. Tomando o piso misto de pequena altura como objeto de estudo, o presente artigo apresenta as principais características desse sistema, os principais componentes, dando destaque para os componentes pré-fabricados e as técnicas inerentes ao processo construtivo, incluindo equipamentos necessários à execução. Isto é feito para quatro configurações de piso misto de pequena altura: perfil deltabeam e laje mista; perfil detalbeam e laje pré-fabricada de concreto, perfil I assimétrico de aço associado a laje mista e perfil I assimétrico e laje pré-fabricada.

Palavras-chave: Piso misto de pequena altura, sistema construtivo industrializado, processo de construção.

Área do Conhecimento: Processo de produção – Tecnologia de processos e sistemas construtivos.

1 INTRODUÇÃO

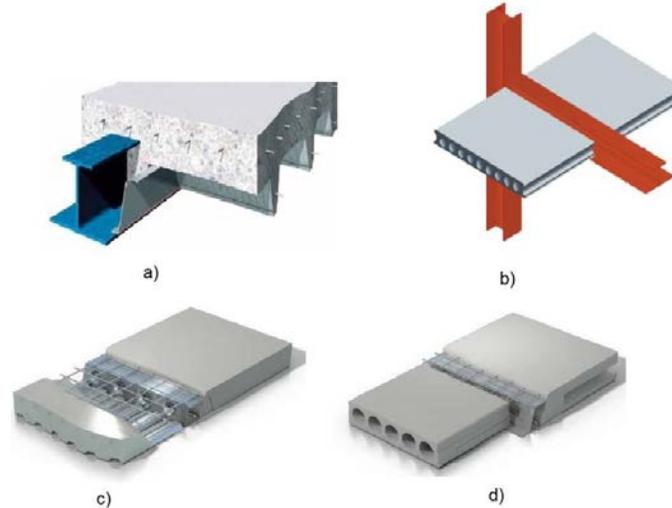
A procura e utilização do sistema misto em aço e concreto vem crescendo gradualmente nos últimos anos no Brasil, isto devido sua grande eficiência tanto em termos estruturais como construtivos. É um sistema que apresenta aspectos relevantes quando comparado com outros sistemas construtivos, dentre os principais pode-se destacar a velocidade de execução, grande controle dimensional e de qualidade dos componentes industrializados, fácil instalação e manutenção dos sistemas prediais, menor geração de resíduos, redução na quantidade de formas, grande capacidade resistente e rigidez.

Um elemento misto de aço e concreto é caracterizado pela presença do aço, sob a forma de perfil, trabalhando de maneira conjunta com o concreto para resistir às ações. Neste contexto estão inseridos os pisos mistos de pequena altura, cuja principal característica é o embutimento da viga na laje, resultando em redução da altura total do sistema laje-viga (Figura 1). Por ser um sistema onde grande parte dos componentes são industrializados, o piso misto de pequena altura possui grande versatilidade, o que permite diversas combinações entre a viga mista e a laje. A viga mista pode ser formada por perfis do tipo I, caixão, treliçado, deltabeam® ou tubular retangular. Já a laje de concreto pode ser do tipo maciça moldada in loco, mista com forma de aço incorporada, pré-fabricada ou pré-moldada. Entretanto, por haver uma gama considerável de combinações possíveis deve-se atentar para o tipo de laje escolhido pois essa irá compor o piso misto de pequena altura.

O FIB (2002) salienta que a solução mais econômica do ponto de vista de material, para obras convencionais, é a utilização do concreto moldado no local. Contudo, a pré-fabricação traz a vantagem da rápida execução aliada a elementos estruturais com elevada qualidade e precisão dimensional. Além disso, a combinação entre elementos pré-fabricados e o sistema misto pode resultar em uma estrutura com maior qualidade, executada com maior rapidez e economia, com geração de menor volume de resíduos de construção.

Dentre as combinações possíveis para o piso misto de pequena altura as que apresentam maiores qualidades estruturais e construtivas são as compostas por perfil I assimétrico e laje mista (Figura 1a), perfil I assimétrico e laje pré-fabricada (Figura 1b), perfil deltabeam e laje mista (Figura 1c) e perfil deltabeam e laje pré-fabricada (Figura 1d). Isto se dá pelo fato de todos os elementos serem industrializados, restando somente a montagem da estrutura e a execução de poucos serviços no canteiro de obras. Além disso, com a utilização de lajes pré-fabricadas a superfície final da laje tem um acabamento inicial muito bom, demandando pouco material para regularização de superfície antes do assentamento de piso.

Figura 1 – Tipologias do piso misto de pequena altura



Fonte: a) Tata Steel (2016); b) Arcelormittal (2014); c), d) Peikko Group (2014).

Um fator de grande relevância no processo construtivo do sistema misto é a qualidade da mão de obra, isto porque é necessária mão de obra especializada para realizar os serviços de montagem e finalização. A execução deste tipo de estrutura requer a utilização de diversos equipamentos sendo necessário que o operador tenha pleno conhecimento de operação para não colocar a sua vida e a vida dos demais operários em risco.

Internacionalmente a utilização de tal sistema é bem difundida, exemplo disto é o edifício The Boilerhouse do Instituto de materiais, minerais e mineração localizado Grantham (Figura 2a) e do The Exchange localizado no Colworth Science Park na cidade de Bedford (Figura 2b) ambos na Inglaterra. No Brasil sua aplicação ainda é rara quando comparada com o piso misto convencional. Isto é atribuído à uma série de fatores, como a ausência de princípios de projeto na norma em vigor e a limitada comercialização de elementos específicos para o sistema (perfis assimétricos e formas para a laje).

Figura 2 – Tipologias do piso misto de pequena altura.



Fonte: a) Tata Steel (2016).

Uma vez dado um contexto geral sobre os pisos mistos de pequena altura, com objetivo de contribuir com o conhecimento do processo construtivo do piso misto de pequena altura, o presente artigo apresenta as principais características desse sistema, os principais componentes, dando destaque para os componentes pré-fabricados e as técnicas inerentes ao processo construtivo, incluindo equipamentos necessários à execução.

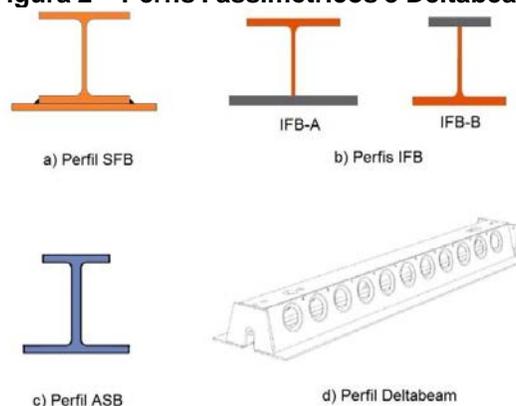
2 CARACTERÍSTICAS E COMPONENTES DO PISO MISTO DE PEQUENA ALTURA

O piso misto trata-se da associação de uma viga mista com uma laje, sendo que o trabalho conjunto entre os elementos se dá, usualmente, por meio de conectores de cisalhamento eletrofundidos no perfil de aço da viga. Como citado anteriormente, a principal característica do piso misto de pequena altura é o embutimento da viga na laje, o que resulta em redução da altura total do sistema laje-viga. Esta redução é da ordem de 10 cm e é extremamente importante sobretudo em edificações localizadas em regiões com sérias limitações de gabarito. Porém, além da redução da altura do sistema laje-viga, o piso misto possui grande resistência ao fogo uma vez que as vigas são parcialmente revestidas pelo concreto da laje; esse envolvimento parcial do perfil também contribui para o aumento da resistência às instabilidades do perfil de aço.

Entre os perfis disponíveis para compor o piso misto de pequena tem-se os perfis do tipo I assimétricos, caixão, treliçado, deltabeam[□] e o tubular retangular. Dentre esses, neste trabalho é abordado os perfis I assimétrico e o deltabeam[□]. Na modalidade de perfis I assimétricos merecem destaque os perfis patenteados *Slimflor Fabricates Beam* (SFB), *Asymmetric Slimflor Beam* (ASB) e o *Integrated Floor Beam* (IFB) sendo que uma das principais diferenças entre os perfis I é o processo de fabricação. O perfil SFB é obtido a partir de um perfil I simétrico ao qual é soldada uma chapa de aço de largura maior à mesa inferior (Figura 2a). Essa é uma boa solução para países como o Brasil, que não dispõem de fabricantes que forneçam perfis I assimétricos. Já o perfil IFB se apresenta em duas configurações que dependem do processo de obtenção IFB tipo A e IFB tipo B. O perfil IFB tipo A é obtido a partir do corte longitudinal de um perfil H ou I ao meio; a partir desse corte, resulta um perfil de seção T ao qual uma chapa de aço é soldada na mesa inferior do perfil (Figura 2b). De forma similar, o perfil IFB tipo B também resulta de um perfil H ou I cortado longitudinalmente ao meio, porém com a forma de uma seção T invertida à qual uma chapa de aço com largura inferior à da mesa inferior é soldada na parte superior da alma (Figura 2b). Assim como os demais perfis assimétricos, o perfil ASB também tem como principal característica geométrica a mesa inferior alargada, porém nesse caso, como se trata de um perfil laminado, a mesa inferior mais larga que a superior resulta do próprio processo de fabricação do perfil, dispensando a necessidade de executar soldas para a composição do perfil (Figura 2c).

O perfil deltabeam[□] é um perfil tubular formado por quatro chapas de aço soldadas de maneira a formar um delta. Neste tipo de perfil são feitos orifícios de grande diâmetro nas almas ao longo de todo o comprimento para permitir a passagem do concreto e das armaduras da laje (Figura 2d). A passagem de concreto e armaduras através dos furos circulares é o grande responsável pelo comportamento conjunto aço-concreto nesse caso. Trata-se de um perfil com elevada rigidez a torção e isso facilita o processo de montagem do piso (NADASKY, 2012).

Figura 2 – Perfis I assimétricos e Deltabeam



Fonte: a), b) c) Arcelormittal (2014); c) Tata Steel (2016); d) Nadasky(2012).

Quanto às lajes para os pisos mistos de pequena altura, essas podem ser do tipo maciça moldada *in loco*, mista com forma de aço incorporada, pré-fabricada ou pré-moldada de concreto; dessas, destacam-se as lajes mistas com forma de aço incorporada e as pré-fabricadas, ambas por proporcionarem grande velocidade construtiva, dispensa de fôrmas e menor geração de resíduos de construção. As lajes mistas com forma de aço incorporada consistem da associação de chapas de aço perfiladas e concreto moldado *in loco*; na fase final, após o endurecimento, o concreto atua estruturalmente em conjunto com a forma de aço, a qual funciona como toda ou parte importante da armadura positiva da laje (Figura 3a). Além disso, dependendo do vão, as lajes mistas podem dispensar escoramentos durante a fase de construção, as fôrmas funcionam como plataforma de trabalho para os operários, e dessa associação aço-concreto resultam lajes mais leves que as convencionais de concreto armado. As fôrmas de aço podem ser trapezoidais ou reentrantes, no entanto, no Brasil há a comercialização somente das fôrmas com geometria trapezoidal. A utilização de lajes mistas como a mostrada na Figura 3a já é bastante grande no Brasil, normalmente associada a viga mista constituindo o piso misto convencional laje-viga. Para utilização no piso misto de pequena altura o ideal é que a fôrma da laje mista seja mais alta, a fim de reduzir o volume maciço de concreto sobre a fôrma. No mercado estrangeiro encontram-se fôrmas com alturas variando entre 50 mm e 150 mm ao passo que no Brasil a variação é bem menor, entre 50 mm e 75 mm.

Figura 3 – Lajes utilizadas em sistemas de piso misto de pequena altura



a) Laje mista com fôrma de aço incorporada

b) Laje alveolar

Fonte: a) Perfilor (2017); b) Prefabricar (2017).

A grande procura e utilização das lajes alveolares no sistema misto é devido à sua capacidade de ser combinada com qualquer sistema construtivo. Constituída de painéis de concreto (Figura 3b), geralmente protendidos, os alvéolos na seção transversal tornam esse tipo de laje mais eficiente que as lajes convencionais, isso porque há uma redução do peso do elemento sem perda considerável de resistência. Por ser um elemento industrializado, apresenta grande controle de qualidade tanto em termos de resistência quanto de geometria. A utilização de lajes pré-fabricadas alveolares contribui na velocidade de execução da obra, dispensa a utilização de escoramento durante a concretagem da capa, além de ser capaz de vencer grandes vãos e ter fácil instalação.

3 PROCESSO DE EXECUÇÃO

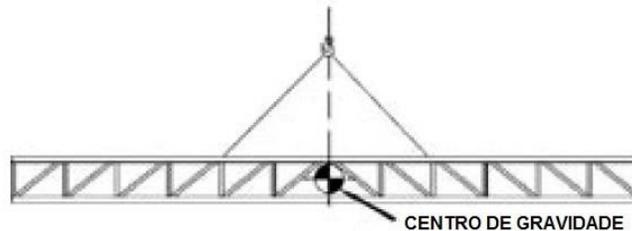
De maneira bem simplista, o processo de execução do piso misto de pequena altura, independente do tipo de viga e de laje, se inicia com a montagem da estrutura metálica (vigas e pilares) para, em seguida, fazer a montagem e concretagem da laje ou de parte dela. A seguir são apresentadas as etapas e os procedimentos pertinentes a cada uma delas para se realizar uma correta execução, assim como os equipamentos necessários. Entretanto, cabe frisar aqui que existem alguns cuidados a serem tomados com os materiais antes de iniciar o processo de execução da estrutura. Entre os cuidados pode-se destacar a verificação e controle de qualidade dos materiais no ato da entrega, o armazenamento em locais que atendam às especificações dos fabricantes e o correto manuseio tanto durante a execução como no transporte.

Outro fator de grande relevância, em qualquer etapa do processo construtivo, é a utilização dos equipamentos de proteção individual e coletiva. Desta forma, durante a execução devem ser utilizados todos os equipamentos de segurança individuais e coletivos exigidos pelas normas regulamentadoras em vigor. A seguir são descritas as etapas usuais na execução das vigas, montagem e concretagem da laje.

3.1 Execução das vigas mistas

A primeira etapa para execução das vigas mistas é o içamento do perfil de aço. Por ser um elemento com elevado peso, a montagem dos perfis requer o auxílio de equipamentos de elevação como guias ou guindastes. Pinho (2005) salienta que é necessário conhecer o centro de gravidade da peça a ser içada para alocar os pontos de içamento de forma a não provocar instabilidades e deformações plásticas. Desta forma, é recomendado que se utilize dois pontos de içamento equidistantes em relação ao centro de gravidade (Figura 4). Esta recomendação deve-se à tendência de alinhamento entre o gancho do equipamento de elevação e o centro de gravidade da peça, em uma mesma prumada vertical.

Figura 4 – Pontos de içamento de perfis do tipo I.



Fonte: Adaptado de Pinho (2005).

Os perfis deltabeam □ contam com furos dispostos na face superior projetados especialmente para a fixação das alças de içamento; esses furos facilitam todo o processo de elevação do elemento, enquanto que para os perfis I assimétricos, por não disporem de furos ou algo semelhante para realizar o içamento, é necessário fazer a amarração das vigas com cintas de içamento.

Após o içamento, são necessários o posicionamento e a fixação do perfil na estrutura. Com o devido posicionamento dos perfis das vigas mistas na estrutura, dá-se início ao processo de execução das ligações viga-pilar, que devem requerer poucas etapas in loco a fim de agilizar e facilitar essa etapa. As ligações podem ser soldadas ou parafusadas sendo que a escolha do melhor tipo de ligação a utilizar fica a critério do engenheiro projetista. As ligações soldadas podem ser realizadas por um dos seguintes processos de soldagem: com eletrodo revestido, arco submerso, com proteção gasosa, arco com arame tubular ou proteção gasosa com eletrodo de tungstênio. No caso da ligação soldada é necessária a remoção de qualquer tipo de resíduo na superfície dos elementos a serem soldados e o metal utilizado no eletrodo deve ser compatível com o metal-base do elemento. Para a soldagem é necessário máquina de solda compatível com o processo de soldagem escolhido e uma fonte de energia elétrica. Ao final do processo é recomendado que haja uma inspeção para verificar a qualidade das soldas realizadas e se as mesmas estão de acordo com a ABNT NBR 8800 (2008).

O processo de execução das ligações parafusadas se inicia com os perfis ainda no solo; os furos nos perfis de pilares e vigas devem ser executados em fábrica. Assim como no processo de soldagem, no caso da ligação parafusada as superfícies dos elementos devem estar livres de qualquer tipo de resíduo ou imperfeição que obstrua a ligação entre elementos. Com os devidos furos executados e as superfícies verificadas, o perfil é içado e posicionado de maneira que os furos da viga se alinhem com os do pilar para então iniciar o processo de conexão entre os elementos. Deve-se garantir que todos os parafusos sejam apertados e que o torque aplicado não exceda aos limites de capacidade resistente dos parafusos; esse tipo de falha pode ser evitado utilizando parafusos com indicador de aperto.

Uma vez executadas as ligações entre os componentes de aço, a próxima etapa é o escoramento dos perfis; essa etapa pode ser dispensada caso os perfis das vigas tenham sido verificados considerando construção não escorada. Caso contrário, é necessário realizar o escoramento das vigas até que o comportamento conjunto aço-concreto seja atingido. Nos perfis I o escoramento, ou não, interfere diretamente no processo de dimensionamento das vigas mistas, ficando a critério do responsável pelo projeto estrutural especificar a necessidade ou não do escoramento. No caso dos perfis deltabeam □ existe a necessidade de escoras junto às ligações viga-pilar para evitar a rotação do perfil durante a fase construtiva. Após o endurecimento, o concreto faz o papel de contenção do perfil deltabeam □.

Uma vez que toda a estrutura metálica já está posicionada e devidamente conectada, a próxima etapa é a execução da parte em concreto.

3.2 Execução da Laje

Após a montagem da estrutura metálica (perfis de vigas e pilares) é dado início ao processo de execução da laje; essa etapa dependerá do tipo de laje previamente selecionado. Em função das especificidades de cada tipo de laje, este item foi dividido em: laje mista com forma de aço incorporada e laje alveolar em concreto.

3.2.1 Lajes mistas com forma de aço incorporada

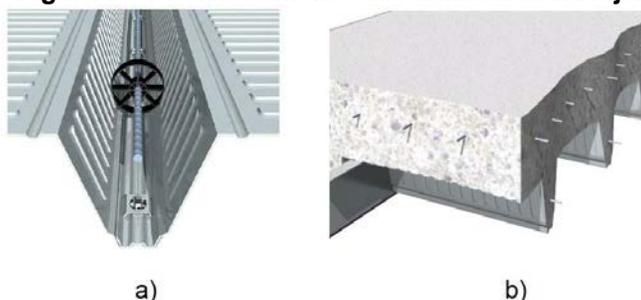
A montagem da laje mista se inicia com o içamento das formas, com o auxílio de guindastes ou guias, até uma posição que permita que operários realizem sua montagem e fixação nos perfis das vigas; essa fixação normalmente é feita com parafusos. Para ambos os tipos de perfis (I assimétrico e deltabeam[□]) as formas de aço são fixadas na mesa inferior dos perfis para que a viga fique embutida na laje.

Nos perfis I assimétricos o comportamento conjunto entre os materiais aço e concreto é garantido pelos conectores de cisalhamento soldados na viga; existe a possibilidade de fixar os conectores na mesa superior ou inferior do perfil de aço da viga (DE NARDIN; EL DEBS, 2009). A etapa de fixação dos conectores deve ser realizada em fábrica, antes da montagem e fixação do perfil da viga mista. A fixação de conectores em canteiro reduz a produtividade e o tempo de montagem da estrutura de aço. Já nos perfis deltabeam[□] não é necessária a utilização de conectores de cisalhamento pois o comportamento conjunto se dá pela passagem do concreto e de armaduras através dos furos na alma do perfil (ver Figura 7a).

A necessidade de escoramento das lajes mistas depende do tipo de forma de aço utilizada e do vão da laje; a condição ideal é que todo escoramento seja dispensado. Os fabricantes fornecem, para cada modelo de forma, as especificações quanto à necessidade e de como deve ser executado o escoramento.

A laje mista pode dispensar totalmente a utilização de barras de aço como armadura positiva da laje; caso necessário, essa armadura pode ser complementada por barras dispostas em cada nervura da forma (Figura 5a), sendo necessária a utilização de espaçadores para o correto posicionamento das barras nas nervuras. A fim de combater a fissuração por retração, uma malha de aço deve ser colocada próximo ao topo da laje, respeitando os cobrimentos recomendados pela ABNT NBR 6118:2014 (Figura 5b). Além das armaduras citadas, caso a laje mista tenha continuidade, as armaduras negativas devem ser dispostas junto aos apoios intermediários de forma a garantir a continuidade e resistir aos momentos negativos.

Figura 5 – Posicionamento das armaduras na laje.



Fonte: Adaptado de Tata Steel (2016).

Após o correto posicionamento das armaduras, a próxima etapa é a concretagem em si. Antes de iniciar o processo de concretagem é recomendado que se faça uma vistoria para remoção de qualquer tipo de resíduo que possa estar depositado sobre as fôrmas de aço. A depender do pavimento a executar a concretagem, pode ser necessária a utilização de uma bomba (estacionária ou lança) para efetuar o lançamento do concreto até a posição correta. A bomba-lança faz o transporte do concreto direto do caminhão betoneira até o local desejado através de uma lança, já na bomba estacionária o concreto é despejado do caminhão betoneira na bomba que

leva o concreto através de tubulações até o local desejado. Ou seja, a utilização do segundo tipo de bomba pode resultar em maior tempo de execução e maior produção de resíduo de construção.

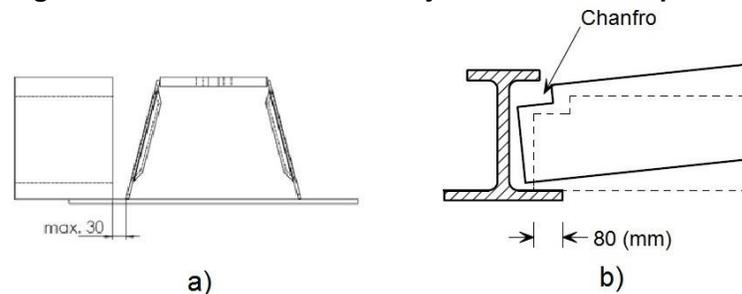
Durante o lançamento do concreto é necessário que o operário responsável pela mangueira de lançamento espalhe de maneira uniforme para evitar acúmulos pontuais e que podem representar sobrecarga na fôrma e conseqüente deformação plástica. Uma vez concluída a concretagem deve ser respeitado o tempo de cura e executados todos os procedimentos necessários à correta cura do concreto a fim de garantir a resistência mínima.

3.2.2 Lajes alveolares

O processo de içamento das placas que formam as lajes alveolares é semelhante ao das vigas já apresentado no item 3.1. Entretanto, a cinta de içamento deve ser posicionada a pelo menos 30 cm da borda externa do painel para evitar a inversão de esforços e conseqüentemente a ruína do elemento.

Nos perfis deltabeam®, conforme recomendação do fabricante e detentor da patente, as lajes devem ser posicionadas de modo que haja uma folga de no mínimo 30 mm entre a face externa da laje e a alma do perfil (Figura 6a). No caso dos perfis ASB com distância entre vigas entre 1,5 e 11 m, Rackham, Hicks e Newman (2006) recomendam que o comprimento de apoio deve ser de 80 mm e, quando necessário, deve ser realizado um chanfro para facilitar a instalação das placas da laje (Figura 6b).

Figura 6 – Posicionamento das lajes alveolares nos perfis.



Fonte: a) Peikko Group (2014); Adaptado de Rackham, Hicks e Newman (2016).

Quanto ao escoramento, as lajes alveolares dispensam o uso de escoramentos, o que acelera o processo de execução e se constitui numa característica extremamente positiva deste tipo de laje.

Com as lajes posicionadas é dado início à colocação das armaduras; nessa etapa pode ser necessário realizar a abertura de alvéolos para posicionar a armadura longitudinal durante o processo de montagem da laje. Nos perfis deltabeam® as barras de aço são colocadas através dos orifícios na alma do perfil (Figura 7a).

Figura 7 – Posicionamento das armaduras nas lajes alveolares



Fonte: a) Peikko Group (2014); Adaptado de Rackham, Hicks e Newman (2016).

No caso dos perfis I assimétricos as barras podem ser colocadas de duas maneiras: através de furos feitos na alma do perfil ou sobre a mesa superior juntamente com a malha de aço (Figura 7b). Rackham, Hicks e

Newman (2006) enfatizam que deve ser realizada a abertura de no máximo dois alvéolos por unidade de placa alveolar a fim de evitar reduções de resistência por conta da quantidade de aberturas.

Posicionadas as armaduras, as lajes alveolares requerem primeiro o grauteamento e, posteriormente, a concretagem da capa de concreto, quando esta se fizer necessária. O processo de grauteamento é similar para ambos os tipos de perfis, no entanto nos perfis deltabeam® o grauteamento deve ser iniciado pelo preenchimento dos orifícios na parte superior do perfil. O fabricante do perfil deltabeam® recomenda que o preenchimento do perfil deve-se iniciar pelo centro do perfil, com o auxílio de um mangote para realizar o correto adensamento e eliminar vazios de concretagem. O nível de preenchimento do perfil pode ser acompanhado e verificado através dos furos na alma. O tempo de cura do graute deve ser respeitado; uma vez concluída a cura, dá-se início à colocação da malha de aço, normalmente em tela soldada, sobre a laje alveolar e executa-se a concretagem de uma capa de concreto em todo o piso. Esse processo de concretagem é idêntico ao da laje mista. Após a concretagem deve ser realizada a cura da capa de concreto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente utilização das estruturas mistas de aço e concreto no Brasil torna-se necessário ampliar os estudos envolvendo os procedimentos de execução de tal sistema construtivo. Como descrito ao longo desse trabalho, os equipamentos e mão de obra necessários à execução de pisos mistas de pequena altura são idênticos aos utilizados em sistemas de aço ou de concreto pré-fabricado. No tocante à mão de obra, assim como em outros sistemas, é preciso que esta seja adequadamente treinada a fim de evitar retrabalhos e a geração de grandes volumes de resíduos de construção. Vale destacar que de nada adianta optar por um sistema com alto grau de industrialização se o processo de execução continuar utilizando procedimentos arcaicos e onerosos. Na composição de custo de um produto ou serviço a mão de obra é uma das variáveis que mais reflete no valor final. Isto não se dá somente por conta de salários, impostos etc., pois, mal qualificada, pode tornar o serviço mais lento, causar retrabalhos aumentando a geração de resíduos e consumo de material e a possibilidade de acidentes.

Como mostrado no presente trabalho, o processo construtivo do piso misto não requer serviços que necessitem de técnicas e equipamentos específicos. Visto que atualmente existe uma carência em materiais voltados para o processo de execução do sistema misto, espera-se contribuir para a difusão do sistema construtivo e proporcionar uma melhor compreensão das técnicas inerentes ao processo de construção das tipologias aqui abordadas.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

ARCELORMITTAL. **Slim floor an innovative concept for floors**. Luxemburgo, 2014.

DE NARDIN, S.; EL DEBS, A.L.H.C. **Study of partially encased composite beams with innovative position of stud bolts**. Journal of Constructional Steel Research, v. 65, p. 342-350, 2009.

FIB. **Precast Concrete in Mixed Construction**, Lausanne, n. 19, 2002.

NÁDASKÝ, P. **Steel-Concrete Composite Beams for Slim Floors – Specific Design Features in Scope of Steel Frames Design**. Procedia Engineering, v. 40, p. 274–279, 2012.

PEIKKO GROUP. **Deltabeam composite beam**. Lahti, 2014.

PERFILOR. Telha forma colaborante polydeck 59s. Disponível em: <http://www.perfilor.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=142>. Acesso em: mai. 2017.

PINHO, M.O. Transporte e montagem. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2005.

PREFABRICAR. Laje alveolar. Disponível em: <<http://www.prefabricar.com.br/#produtos>>. Acesso em: mai. 2017.

RACKHAM, J. W; HICKS, S. J; NEWMAN, G. M. Design of asymmetric slimflor beams with precast concrete slabs. UK: The Steel Construction Institute, 2006.

TATA STEEL. Composite floor decking design and technical information. Londres, 2016.