

Prof. Marco Pádua

LAJES PRÉ-FABRICADAS

Tipologia e procedimentos

Este sistema surgiu no início da década de 1.970 e veio simplificar em muito a execução de coberturas residenciais. Formado basicamente de vigotas pré-moldadas em concreto, intercaladas por lajotas cerâmicas ou de isopor, depois de pronto, constituem um painel horizontal maciço servindo de forro ou piso, recebendo o nome de laje pré-fabricada.

Vieram substituir as lajes maciças de concreto usadas até então, gerando custos elevados de materiais e mão de obra. As edificações mais simples usavam como forro o estuque. Este sistema bastante antigo era composto por uma estrutura de sarrafos de pinho em forma de grelha. Esta estrutura sustentava uma tela metálica onde posteriormente era preenchido com argamassa. Completado todo o painel, o estuque era revestido e estava pronto para a pintura. O lado negativo desse sistema era o surgimento de trincas ao longo do tempo devido à incompatibilidade entre madeira e argamassa.

O forro de madeira era muito usado até então, mas com o alto custo da madeira de lei e o controle do desmatamento, tornou-se cada vez mais raro.

As edificações de padrão mais elevado usavam a laje maciça, porém de uma maneira mais rudimentar. Estas, com mais frequência servindo de piso nas residências assobradadas e para o forro, a madeira ainda era preferencial.

As primeiras vigotas eram moldadas em formas metálicas de formato triangular e possuíam armaduras soltas no concreto. Ainda são encontradas, mas com certa dificuldade. Os vãos acima de 4 m eram preocupantes, pois, poderiam surgir trincas e “embarrigamentos”, apesar das formas atingirem até 6 m.

As lajes treliçadas trouxeram confiabilidade, vãos maiores e grande capacidade de carga. Os elementos de preenchimento podem ser também de concreto, sendo que o isopor, é atualmente, usado em larga escala. A vantagem do uso do isopor é sem dúvida a leveza e conseqüentemente a rapidez na montagem, porém como acontecia no estuque, a diversidade de materiais pode trazer fissuras no revestimento ao longo do tempo.

Os painéis de lajes pré-fabricadas assemelham-se às lajes nervuradas ou caixão perdido quando usado somente concreto. As vigas treliçadas devem ter apoio mínimo de 5 cm e previstas sempre no sentido do menor vão. As lajotas que se apoiam nas paredes paralelas as vigotas precisam de no mínimo 2 cm para seu apoio. O escoramento devidamente posicionado e nivelado serve de base para as treliças. O centro deve estar ligeiramente mais alto, formando a contra-flecha, possibilitando seu nivelamento quando ocorrer a desmontagem.

A montagem dos elementos de argila ou isopor inicia-se pelas extremidades. Completando integralmente a primeira fiada saberemos se há espaço suficiente para o restante. Vale lembrar que espaços vazios dificultarão a concretagem. É comum o uso de malha de ferros finos para reforçar a laje, porém não devemos esquecer que sua criação teve como objetivo economizar materiais.

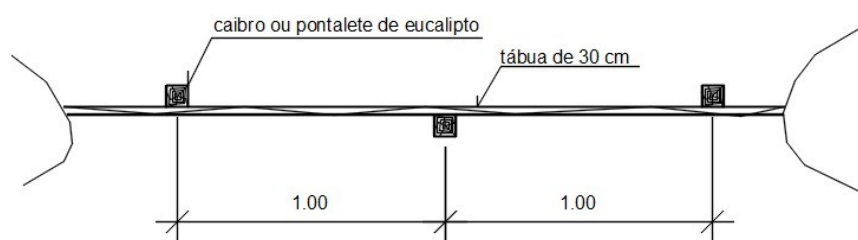
Após a montagem, a laje recebe uma capa de concreto de espessura variada conforme a sua especificação. Elas devem permanecer escoradas por cerca de 3 semanas, gerando de certa forma algum atraso no desenvolvimento da obra, visto que apenas algumas tarefas poderão ser executadas nesta fase.

Escoramentos – Geralmente usamos na sua montagem, tábuas de pinho de 1” X 12” (tábuas de 30 cm) apoiadas em pontaletes de eucalipto ou caibros de 3” X 3” (7 X 7 cm). Os apoios, no sentido longitudinal da tábua são colocados em intervalos de 1,00 m, um de cada lado da tábua para evitar a torção e flambagem.

A montagem do escoramento requer cuidados a fim de não comprometer o trabalho. Sendo sua função sustentar o conjunto de vigotas e lajotas que, depois de concretadas, tornarão uma peça única, deverá ser forte o bastante para resistir um peso considerável. O número de escoramentos deve obedecer a planta técnica, planejada previamente com o objetivo de agilizar e obter um melhor comportamento da laje pré-fabricada.

Através da planta técnica é possível quantificar as madeiras necessárias para a montagem dos escoramentos, sendo uma de suas vantagens, pois, a laje deverá ser executada de uma só vez.

Exemplo:



Espaçamento max. entre escoramentos = 1.30 m

Após a montagem conforme desenho acima, estes deverão ser posicionados de forma perpendicular as paredes e travados de maneira a não permitir movimentações. Quanto à altura, os apoios verticais precisam ser cortados em dimensões menores para que sejam suspensos através de calços de madeira. Esta prática visa arquear ligeiramente o conjunto para cima, conforme mencionado, levando o nome de contra-flecha. Em virtude deste painel ser constituído por vários elementos é natural que haja, depois de pronto, certa flexibilidade. Ora, se ela for montada de forma nivelada é natural que após a retirada dos escoramentos, a laje arqueará para baixo. Sendo assim é aconselhável mantê-la elevada na sua parte central cerca de 1% do seu vão-livre.

Ao calçar o escoramento para impor uma contra-flecha, uma treliça deverá estar posicionada sobre ele para que seja verificado se a mesma se eleva sobre o apoio da parede. Isto deve ser evitado para não forçar a peça durante a concretagem, mesmo que o limite indicado para a contra-flecha não tenha sido atingido. Por ser mais rígidas que as vigotas maciças, as treliças, dependendo do vão, não admitem uma contra-flecha expressiva. Ao contrário das maciças, a laje pré-fabricada nunca deverá ser montada de forma nivelada.

Os defeitos decorrentes do arqueamento para baixo são difíceis de resolver e muitas vezes, precisam ser refeitas.

A distância entre os escoramentos não deverá ultrapassar 1.30 m e, depois de montados, estes deverão ser travados entre si com sarrafos de 10 cm. A isto dá-se o nome de contraventamento, impedindo sua movimentação. A distância maior que o recomendado poderá também, cooperar para o “embarrigamento” da laje. Para vãos menores que 1.50 m não será necessário prever escoramentos.

Sequência de Atividades:

- 1) Fazer orçamento, junto às firmas fornecedoras, considerando a planta técnica já definida;
- 2) Quando as paredes estiverem à meia altura, avisar o fornecedor para a conferência das medidas na obra;
- 3) A montagem das lajes é feita após o posicionamento do escoramento;
- 4) Colocação das vigotas ou treliças segundo as medidas indicadas em planta técnica;
- 5) Colocação das lajotas;
- 6) Colocação das caixas de pontos de luz e respectiva tubulação (eletroduto);
- 7) Antes da concretagem molhar abundantemente;
- 8) O traço de concreto indicado é 1:2:3 até 1:2,5:3,5, empregando-se pedra nº 1 para melhor penetração;
- 9) Molhar nos primeiros 3 a 4 dias, para melhor pega do concreto;
- 10) Desmontar as escoras (descimbramento) após 28 dias (mínimo de 21 dias);

Nota: As fábricas de lajes pré-fabricadas devem ter um registro no CREA, que exige um responsável técnico sobre a sua produção. Isto irá eximir o responsável pela obra em caso de irregularidades.

Em lajes contínuas, ou seja, quando as vigas cobrirem vários cômodos na mesma direção, é necessário usar ferragem negativa sobre os apoios (cintas de amarração ou vigas), pois, esta região sofrerá esforços causadores de trincas. Em pequenas obras este recurso se resume em fixar barras de 10 mm na ferragem superior das treliças, com 1 m para cada lado dos apoios, espaçados a cada 50 cm.

As contra-flecha recomendadas para as vigotas maciças, mais flexíveis, são de 2 cm para vãos entre 2 e 3 m; de 3 cm para vãos entre 3 e 4 m e de 4 cm para vãos entre 4 e 5 m.

Para vãos menores que 2 m, para ambos os tipos, não há necessidade de contra-flecha.

O emprego das lajes pré-fabricadas é normal até o vão de 5,00 m, com sobrecargas de até 500 kg. Para vãos menores pode ser usada com sobrecargas maiores.



VIGOTAS MACIÇAS



TRELIÇAS



PAINEL TRELIÇADO

Os painéis treliçados são destinados a grandes vãos e sobrecargas maiores, sendo bastante utilizados em galpões industriais. Usando isopor como elemento de enchimento os painéis são colocados lado a lado e estão prontos para a concretagem. São semelhantes às lajes maciças nervuradas. Os escoramentos geralmente são metálicos ou as lajes são apoiadas em vigas metálicas, que fazem parte da própria estrutura do edifício, descartando assim a sua desmontagem.



ESCORAMENTO DE MADEIRA



CONCRETO USINADO



ENCHIMENTO DE ISOPOR

Em obras residenciais os escoramentos são de madeira bruta ou beneficiada, por ser mais econômico.

O uso de concreto usinado em obras de pequeno porte é frequente, principalmente no enchimento de laje pré-fabricada, pela praticidade e por não necessitar de muitos trabalhadores para a operação.

O enchimento de isopor é usado em larga escala devido sua praticidade e por sobrecarregar menos a estrutura, porém devemos tomar cuidado na hora do revestimento, pois, trincas podem aparecer ao longo do tempo e, em casos mais graves, o desprendimento do mesmo.

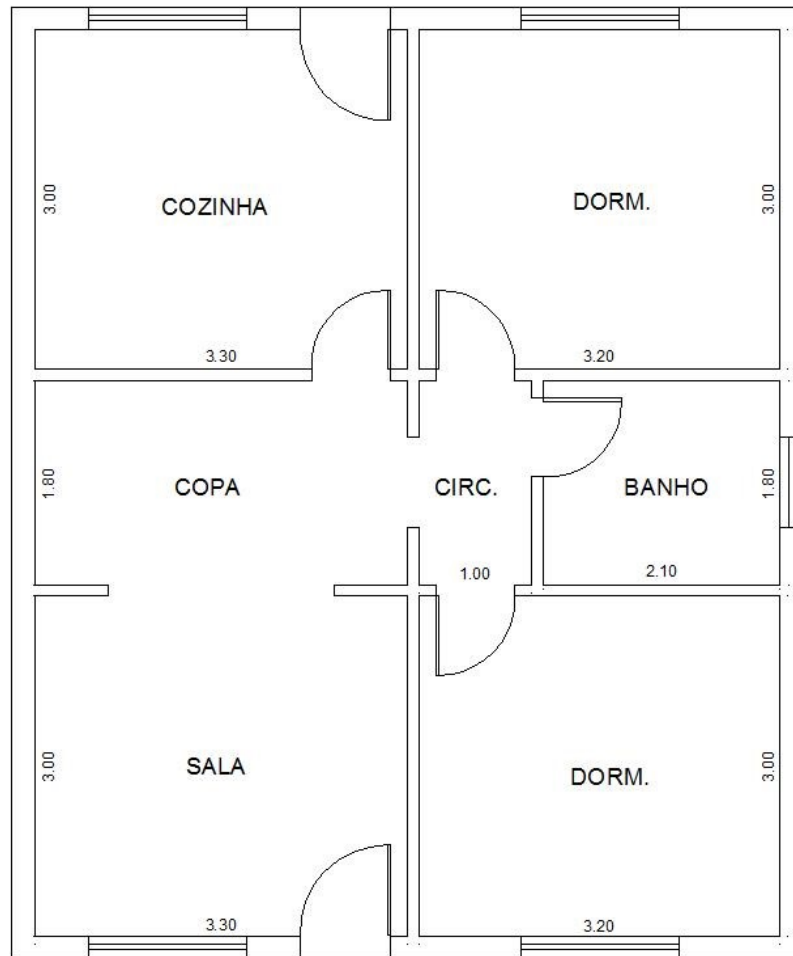
Planta técnica – A representação gráfica da montagem da laje pré-fabricada é importante em vários aspectos. Fazendo parte do conjunto de informações que nortearão a execução da edificação, traz economia e praticidade na execução. Outra vantagem é a de poder resolver todas as situações previamente, evitando imprevistos e, logicamente, gastos desnecessários.

Através dela podemos por exemplo, direcionar as vigas que constituirão as lajes, de forma perpendicular, umas às outras, cômodo por cômodo.

Semelhante às lajes maciças, em relação ao seu comportamento, elas são classificadas como lajes armadas em uma direção. Dessa forma, elas têm como característica descarregar seu peso em duas paredes apenas. Sendo assim, podemos direcioná-las de maneira a não sobrecarregar seus apoios, caso estes recebam duas lajes ao mesmo tempo. Mesmo contrariando a regra do menor vão esta solução distribuirá melhor a carga sobre os apoios.

Geralmente, sobre as paredes são executadas cintas de amarração que não possuem as mesmas propriedades das vigas. Outra vantagem é a de não ser preciso usar ferro negativo por não se caracterizar como lajes contínuas.

Exemplo:



PLANTA ARQUITETÔNICA

A simbologia usada é simples e se resume apenas na indicação da direção da treliça, considerando o menor vão e seu comprimento, adicionando-se 10 cm para que tenha um apoio mínimo. Apesar de se tornar uma peça única depois de concretada, sua representação gráfica é feita em cada cômodo do Projeto. Ao mesmo tempo, a contra-flecha, isto é, o arqueamento para cima, deve ser indicado, geralmente valendo 1% do vão-livre. Na perpendicular traçamos apenas uma linha que representa a posição e o número de escoramentos que deverão ser previstos para a montagem da laje, respeitando-se a distância máxima de 1.30 m entre eles.

Se o cômodo for irregular dividimos o espaço em figuras regulares. Assim as lajes serão tratadas separadamente podendo ter inclusive, direções diferentes. As emendas entre elas serão feitas através de reforço adicional de ferros e aumento na porção de concreto, conhecido também como “viga invertida ou deitada”.

Ao final fazemos uma análise em conjunto para identificar aqueles pontos onde há encontros de treliças, caracterizando uma continuidade. Nesta situação indicamos a simbologia da ferragem negativa.

A base para a indicação da simbologia é a planta estrutural, ou seja, o rebatimento dos apoios da laje no plano horizontal. Isto significa que nela aparecerá a malha estrutural que representa o conjunto de vigas ou cintas de amarração que suportarão a laje pré-fabricada. Ao contrário da planta arquitetônica, a estrutural não mostrará portas ou janelas, nem mesmo os referidos vãos, inexistentes ao nível da laje.

A planta estrutural pode conter também, os pilares, geralmente locados nos encontros de paredes, não sendo uma regra visto que seu espaçamento é um fator preponderante.


Dessa forma é possível ter uma visão geral da superestrutura da futura edificação, permitindo qualquer ação ou ajuste que venha facilitar a execução do projeto, ainda no campo gráfico ou virtual, ao contrário do que acontece no decorrer da obra.

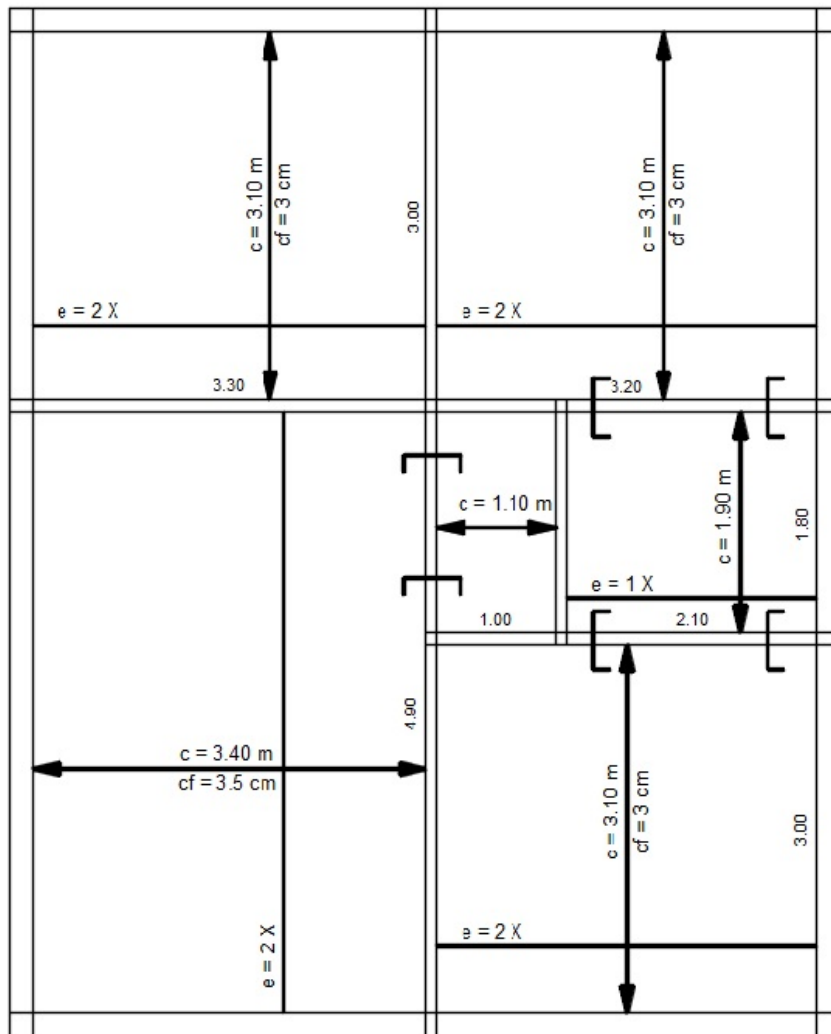
Representação:

c = comprimento da treliça (vão + 10 cm)

cf = contra-flecha (1% do vão)

e = n° de escoramentos (o mesmo vão da treliça / 1.3 – 1 = n° inteiros)

 ferro negativo



PLANTA ESTRUTURAL