

# Projetos

## Pré-lajes

Com geometrias variadas, cálculo semelhante ao de uma laje comum e a promessa de economia, as pré-lajes de concreto tornam-se mais presentes em estruturas de edifícios multipavimentos

Por Juliana Nakamura

Edição 149 - Agosto/2009

As pré-lajes de concreto podem ser definidas como painéis monolíticos criados pela combinação de características da pré-fabricação, como velocidade de execução e maior controle tecnológico, com a flexibilidade do sistema moldado "in loco". Elementos de seção parcial, parte pré-moldada e a outra complementada com concreto adicionado no canteiro, as pré-lajes são tradicionalmente utilizadas em tabuleiros de pontes, coberturas de galerias, reservatórios e em estruturas de contenção. Mas nos últimos anos, o aproveitamento dessa solução vem se consolidando também nos edifícios com múltiplos pavimentos, acompanhando um movimento que visa racionalizar o processo adotado nessas construções.



O motivo está em vantagens como a maior velocidade de execução assegurada, por exemplo, pelo fato de as pré-lajes chegarem à obra já com a armação positiva exigida pelo projeto e rebaixos indicativos dos caminhamentos dos eletrodutos e caixas de passagem para a rede elétrica. Em algumas construtoras, a montagem de uma pré-laje com telas soldadas, por exemplo, pode ser feita em, no máximo, meio dia. Dependendo do projeto estrutural, sobretudo do peso do conjunto pré-laje + capeamento e do uso de armação ou protensão, pode ser possível eliminar por completo o uso de fôrmas, bem como diminuir a dependência de escoramentos em até 90%, utilizando-os apenas para minimizar as deformações imediatas e lentas do conjunto.

A precisão geométrica e o bom acabamento decorrentes da produção industrial são outras características que vêm sendo exploradas nos projetos que empregam esse tipo de tecnologia. Tanto que, muitas vezes, as pré-lajes são utilizadas com o intuito de gerar lajes de nível zero, que geram pavimentos sem contrapiso. Além disso, há situações em que esses elementos estruturais colaboram para a redução do consumo de concreto moldado no local, o que pode, por sua vez, levar à redução de eventuais efeitos nocivos da retração. "A maior leveza na fase transitória de montagem permite, ainda, a utilização de guias de menor capacidade para içamento", acrescenta o diretor técnico da Premo, Francisco Celso Silva Rocha.

Em função da necessidade dos construtores de trabalhar com cronogramas cada vez mais apertados, nos últimos anos, as pré-lajes evoluíram muito, na opinião do engenheiro Moacir Hissayassu Inoue, diretor da Tecnicalc, que já utilizou pré-lajes tanto em lajes de pontes e viadutos pré-moldados, como em estruturas industriais e residenciais. A melhor compreensão dos engenheiros em relação ao funcionamento estrutural de elementos compostos e o aprimoramento das técnicas de fabricação e montagem dos pré-fabricados também contribuíram para que os projetistas tivessem à disposição uma enorme diversidade de pré-lajes. "A diversidade se dá principalmente em função da forma da parte da seção que é pré-moldada, que pode ser maciça, vazada, em forma de T invertido e em forma de duplo T,



A combinação com a alvenaria estrutural e com outros elementos pré-moldados agiliza e industrializa etapas importantes

entre outras", revela o engenheiro Pedro Wellington Teixeira, professor do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Piauí.

Hoje, quando se fala em pré-lajes para uso em edificações, duas aplicações se destacam. A primeira consiste na produção de pavimentos quando combinadas com alvenaria estrutural. Nessas situações, as pré-lajes podem ter cerca de 30 mm de espessura e capa de concreto entre 7 cm e 9 cm, por exemplo. "Esse modelo é interessante porque em projetos com alvenaria estrutural já há uma concepção de logística de canteiro propícia para a industrialização", avalia a engenheira Íria Lícia Oliva Doniak, diretora-executiva da Abcic (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto).

Tabela 1 – AÇO PARA UTILIZAÇÃO EM PRÉ-LAJES

Produto	Norma	Diâmetro nominal mínimo	Diâmetro nominal máximo
Barras/fios de aço CA 50/CA 60	NBR 7480	6,3 (CA 50)	20 (CA 50)
		4,2 (CA 60)	10 (CA 60)
Tela de aço eletrossoldada	NBR 7481	3,4	–
Fios e aço para protensão	NBR 7482	3,0	–
Cordoalhas de aço para protensão	NBR 7483	3 x 3,0	–
		Diagonal (sinusóide): 3,4	Diagonal (sinusóide): 7,0
Armadura treliçada eletrossoldada	NBR 14862	Banzo superior: 6,0	Banzo superior: 12,5
		Banzo inferior: 4,2	Banzo inferior: 12,5

Fonte: NBR 14.860-1/2002: Laje Pré-fabricada: pré-laje - requisitos

Outro arranjo cada vez mais usual é a pré-laje apoiada sobre painéis pré-fabricados autoportantes e cuja modulação considere vãos livres de até 7 m. "Contudo, independente da composição, as pré-lajes tendem a ganhar competitividade nos casos em que é possível padronizar os vãos e quando se dispõe de equipamentos para o seu lançamento", pondera Inoue.

### Aspectos críticos

Embora o comportamento dos conjuntos com pré-lajes se assemelhe ao de um sistema convencional, o que facilita o cálculo de estruturas com esse elemento, alguns aspectos precisam ser levados em conta para que, de fato, se extraiam as virtudes dessa solução construtiva. Entre os pré-requisitos que devem ser levados em conta antes de se optar pelo emprego das pré-lajes está a avaliação sobre o grau de mecanização do canteiro e a disponibilidade de equipamentos para a montagem.

Outra recomendação é a de que o dimensionamento estrutural, por sua vez, considere a limitação dos vãos livres, que costumam ter, no máximo, 7 m. Tecnicamente, o sistema pode ser utilizado com vãos maiores que essa medida, mas painéis com dimensões superiores podem inviabilizar o sistema pela necessidade de se inserir escoramentos intermediários. Sem contar que peças de comprimento maior de 7 m são muito difíceis de serem transportadas nos grandes centros. Para o caso de vãos maiores, outros tipos de lajes pré-moldadas podem ser empregados, como as alveolares protendidas.

"Embora não seja uma condição imprescindível, a possibilidade de divisão da laje em grande número de elementos iguais para produção em série é importante para tornar o sistema mais interessante", destaca Teixeira, lembrando que a utilização dessa solução pode ser viável mesmo para um único elemento para, por exemplo, permitir a execução de detalhes de acabamento complicados na parte pré-moldada com maior controle de fabricação.

Por se tratar de um sistema composto, um dos focos de atenção deve ser a aderência entre os dois tipos de concreto. "Essa interface é de suma importância visando assegurar a aderência do concreto lançado com o da laje instalada propiciando o adequado funcionamento do conjunto estrutural", ressalta Doniak. Para assegurar a



Sistema com pré-laje treliçada e capeamentos sobre esferas plásticas

eficiência dessa ligação, a NBR 14.860 (Laje Pré-Fabricada - Pré-Laje - Requisitos) exige que a pré-laje tenha sempre a sua superfície superior rugosa. Além disso, o cálculo dessa ligação precisa considerar as tensões existentes na parte pré-moldada da peça antes do endurecimento do concreto aplicado na segunda etapa, entre outros esforços.

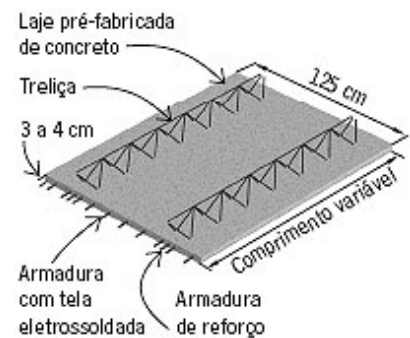
Pelo fato do processo de produção das pré-lajes ser bastante simples, principalmente quando não requer protensão, um problema corrente é a prática de fabricantes de artefatos ou construtores, que produzem lajes com pouco investimento e nem sempre atentam para detalhes importantes como a necessidade de um projeto estrutural, controle da qualidade e acompanhamento de um responsável técnico qualificado. Daí a existência, no mercado, de produtos com valores e qualidades discrepantes.

Por isso, é importante que os construtores estejam atentos à qualificação dos seus fornecedores de estruturas pré-fabricadas com base em critérios que permitam uma análise custo-benefício consistente e segura. De acordo com a diretora-executiva da Abcic, o comprador desse sistema deve se certificar sobre o cumprimento de quesitos básicos referentes ao controle tecnológico do concreto por parte de seu fornecedor, em especial, controle do fator água-cimento, resistência à compressão, controle de matérias-primas, desvio padrão do concreto e tolerâncias dimensionais. "Outra dica é verificar se a empresa possui algum tipo de certificação, como o Selo Excelência da Abcic", finaliza a engenheira.

## Tipologias mais comuns

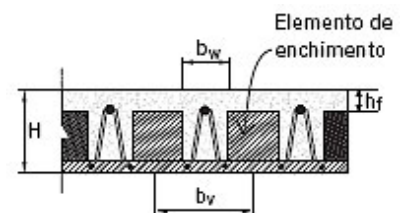
### Painel treliçado produzido no canteiro

- n Essas pré-lajes são produzidas em usinas montadas no próprio canteiro de obra (canteiro remoto)
- n Podem ser parte integrante de um sistema de paredes portantes
- n Recebem armadura interior e apresentam a superfície rugosa para garantir aderência total da concretagem superior
- n De acordo com o projeto, podem incorporar nichos para a passagem de tubulações e dutos
- n Funcionam na fase transitória de montagem como fôrma para o capeamento de consolidação
- n Principais campos de aplicação: edifícios residenciais com maior grau de repetição



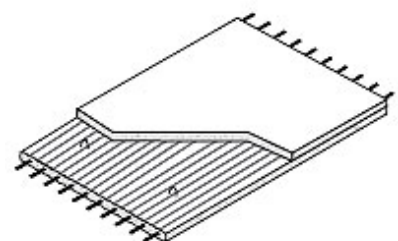
### Painel treliçado com EPS

- n Assim como as lajes treliçadas tradicionais, essas pré-lajes permitem reduzir a quantidade de pilares e vigas
- n Como principal vantagem tem a leveza, em função do uso do EPS, utilizado como enchimento e com baixa densidade (cerca de 18 kg/m<sup>3</sup>). Com isso, diminuem-se as cargas da fundação, pilares e vigas de apoio
- n Parte inferior contínua, podendo eliminar revestimentos convencionais, como chapisco, emboço e reboco
- n Suportam cargas de até 1.000 kgf/m<sup>2</sup>
- n Principais campos de aplicação: edifícios residenciais, comerciais e industriais



### Painel protendido

- n Esse tipo de pré-laje é produzido em pistas de protensão
- n Com espessura de 4,5 cm, largura modulada e comprimento determinado pela necessidade do projeto
- n Podem ser usadas para vãos de até 7,0 m e são fabricadas com as armaduras positivas
- n Contam com a face inferior acabada, o que permite receber pintura sem acabamento final. Já a face superior é rugosa para garantir a aderência entre o concreto pré-fabricado e o moldado no local
- n Possuem chanfro no apoio, o que garante grande resistência ao





cisalhamento

Principais campos de aplicação: edifícios industriais e comerciais

### **Painéis estruturais**

Em Belo Horizonte vários edifícios residenciais têm incorporado pré-lajes de concreto em suas construções em associação com outras soluções construtivas racionalizadas. No Condomínio Piemonte, por exemplo, com três torres de dez pavimentos cada, as pré-lajes foram concretadas sobre um conjunto de paredes portantes de concreto com 12 cm de espessura (externas) e 10 cm (internas). No esquema estrutural do escritório Pedreira de Freiras, os painéis estruturais estão interligados entre si com as pré-lajes de concreto, especificadas nesse caso principalmente em função de seu baixo peso. De acordo com Newton Godoy, diretor de negócios e incorporações da Premo, fabricante das pré-lajes, o resultado foi um conjunto rígido capaz de suportar as cargas na vertical e os esforços de vento.



### **Produção local**

A necessidade de racionalizar recursos levou a construtora Tecco a incorporar alguns elementos pré-moldados em edifícios concebidos com alvenaria estrutural. No Condomínio Residencial Bosque das Flores, em Osasco (SP), por exemplo, a construtora apostou no uso de equipamentos de grande porte, como pórtico rolante e grua, para a fabricação no próprio canteiro de obras, de peças pré-moldadas em concreto, como pré-lajes e escadas. A medida se justificou principalmente pela ampla área livre para o canteiro e, também, pelo porte do empreendimento, formado por três torres de 16 pavimentos, compreendendo cerca de 20 mil m<sup>2</sup> de área construída.



Posicionadas sobre a alvenaria e escoras, as pré-lajes com 4 cm de espessura e armação simples receberam um capeamento complementar de concreto também armado, resultando em uma laje com 9 cm de espessura. Segundo relato da construtora, ao combinar as pré-lajes com a alvenaria estrutural, foi possível executar cada pavimento em sete dias, desde a marcação da alvenaria e distribuição da parte elétrica até acabamento final da laje.