

Como comprar

## Lajes protendidas pré-moldadas alveolares ganham espaço por versatilidade e rapidez na execução

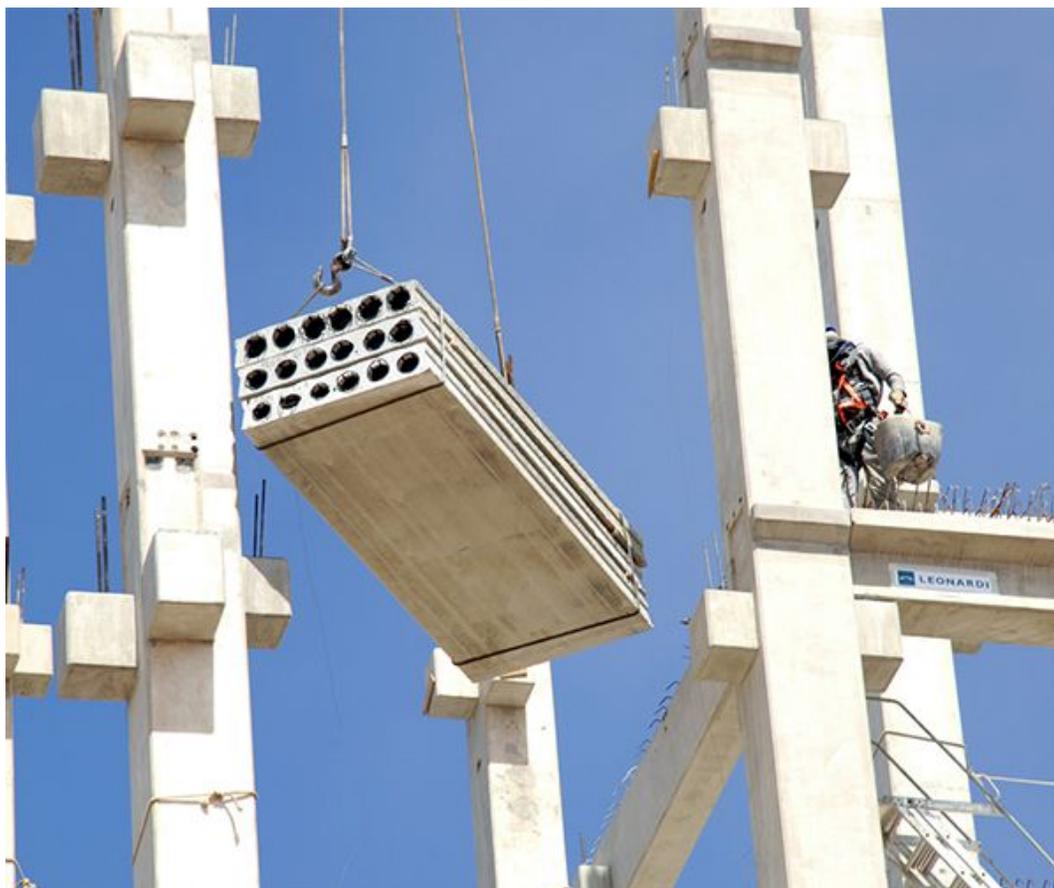
Vão, carga, agressividade ambiental e tempo de resistência requerida devem ser observados na especificação desse tipo de laje

Edson Valente

Edição 181 - Agosto/2016

Das soluções convencionais de lajes protendidas pré-moldadas existentes no mercado, as lajes alveolares predominam em obras em que a modulação dos vãos é grande - caso de edificações industriais, comerciais e residenciais, construção pesada e infraestrutura urbana, rodoviária e ferroviária.

"Esse tipo de laje é o elemento pré-moldado mais utilizado no mundo, pois pode ser usado nos mais variados tipos de sistema estrutural: metálico, em alvenaria, madeira e concreto armado convencional, além das estruturas pré-moldadas", afirma Bruna Catoia, engenheira responsável pelo Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-Moldados de Concreto (NETPre) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). As lajes alveolares funcionam também como paredes de tanques para tratamento de água, muros de arrimo e paredes externas e estruturais em construções de todos os tamanhos.



O içamento da laje protendida deve ser realizado de acordo com o tipo, peso e dimensões dos elementos, podendo ocorrer por meio de cabos de aço, cintas e manilhas

A compra desse tipo de laje passa por fatores como o vão a ser vencido, a carga de solicitação, a agressividade ambiental, o tempo de resistência requerida ao fogo, a possibilidade de expandir a estrutura e se a laje contribuirá para a estabilidade da estrutura. "As lajes alveolares precisam ter seu comprimento especificado levando-se em conta as folgas e tolerâncias especificadas para estruturas pré-moldadas na NBR 9.062", diz Artur Lenz Sartorti, engenheiro civil e coordenador do Núcleo de Tecnologia de Engenharia e Arquitetura do Centro Universitário Adventista de São Paulo (Nutea/Unasp). "Se o painel alveolar for cortado com um comprimento menor que o vão a ser coberto, a peça será descartada", afirma. "Caso o painel seja cortado com um vão maior, ajustes locais na obra serão necessários, aumentando o tempo de execução."

Esse tipo de laje é composto basicamente por painéis alveolares, juntas longitudinais, capeamento com telas de aço moldado no local, e eventuais armaduras de continuidade. Os painéis que compõem as lajes alveolares possuem seção transversal de altura constante e alvéolos (vazios) longitudinais, que têm a finalidade principal de reduzir o peso próprio e diminuir a quantidade de concreto, em comparação com lajes maciças de mesma altura. Em relação à laje maciça, a proporção de vazios varia entre 30% e 50%. Além disso, os painéis alveolares possuem apenas armadura longitudinal protendida. Eles são unidos por meio de juntas longitudinais, as chavetas.

No Brasil, as lajes mais utilizadas apresentam baixas alturas (de 200 mm a 250 mm), e é usual o emprego de capa para a conformação de pavimento composto. Esse recurso implica diversas vantagens, como o aumento da capacidade portante do pavimento, melhorando tanto a resistência à flexão como ao cisalhamento, a possibilidade da continuidade entre os elementos estruturais e a garantia do efeito diafragma, que consiste na distribuição dos esforços horizontais, como o vento.

As especificações do projeto também orientam o processo produtivo das lajes. Para a fabricação, deve-se definir, por exemplo, o número de cordoalhas de aço a ser protendidas e sua sequência de protensão. O projeto também precisa especificar a existência de cortes e aberturas para a adequada compatibilidade com outros subsistemas e para que a peça saia da fábrica sem a necessidade de retrabalho em obra.

### **Transporte**

É preciso determinar ainda como as lajes serão transportadas da fábrica até sua posição definitiva na obra. "O içamento deverá ser realizado por uma equipe capacitada e dependerá do tipo, peso e dimensões dos elementos, podendo ocorrer por meio de dispositivos como cabos de aço, cintas e manilhas", diz a engenheira da UFScar. "Além disso, o peso das unidades alveolares irá influenciar no dimensionamento do guindaste que será empregado em cada etapa da montagem das peças", complementa.

O armazenamento também é ditado pelo projeto. "Se for inadequado, poderá avariar a peça mesmo antes de compor a estrutura da edificação", afirma Bruna Catoia. "Normas relacionadas estabelecem parâmetros como a altura máxima da pilha de lajes, dimensões e o posicionamento adequado de apoios entre unidades numa mesma pilha

O ideal, de acordo com Carlos Alberto Gennari, diretor-operacional da Leonardi Construção Industrializada, é que as lajes não sejam estocadas em grande quantidade no canteiro. "É melhor que sejam montadas diretamente da carreta, sem transbordo para o solo", diz. Em caso de estoque, é necessário prever uma área para essa finalidade, limitando o número de lajes empilhadas conforme as condições do terreno.

Ao receber as lajes no canteiro, a construtora precisa realizar uma inspeção visual com o intuito de checar se as lajes não apresentam danos, fissuras ou quebras provenientes do posicionamento no veículo ou do transporte da fábrica até a obra. "É necessário verificar a quantidade de peças, suas dimensões, a resistência do concreto na idade da protensão e se a contraflecha causada pela protensão não é excessiva e está dentro dos parâmetros do projeto", lista Sartorti.

"No recebimento, é necessário verificar se os elementos correspondem às especificações técnicas que acompanham o produto", orienta José Bento Ferreira, engenheiro civil, professor da Unesp (Guaratinguetá-SP) e coordenador da Comissão Especial de Estudos 94 da ABNT (ABNT CEE-94). "Além dessas especificações, outros documentos devem acompanhar o material, como a planta com a disposição de todos os elementos, o manual de montagem e a especificação dos materiais complementares."

Sartorti recomenda ainda observar se a face superior dos painéis alveolares possui acabamento rugoso. "Ele servirá para aumentar a interação do concreto pré-moldado com o concreto que será lançado na obra", afirma. "Acabamentos lisos contribuem para o destacamento entre os dois concretos de idades diferentes e elevam as chances de aparecerem fissuras."

## **CHECKLIST**

- Fatores a considerar no momento do pedido: tamanho do vão, carga de solicitação, agressividade ambiental, tempo de resistência requerida ao fogo e possibilidade de expandir a estrutura
- Especificações técnicas: número de cordoalhas de aço, existência de cortes e buracos (aberturas), quantidade de peças, transporte, armazenamento e sequência de montagem
- Cuidados no recebimento das lajes: verificar dimensões e quantidade das peças, se os elementos correspondem às especificações técnicas que acompanham o produto, a planta com a disposição de todos os elementos, o manual de montagem e as especificações dos materiais complementares
- Vantagens do sistema: velocidade de execução, ausência de escoras, baixo custo da produção, isolamentos térmico e acústico, possibilidade de omissão de forros falsos, peso próprio menor em relação a lajes maciças, eliminação de atividades na obra - como a protensão in loco.
- Desvantagens: custo de implantação elevado devido aos preços dos equipamentos necessários, possibilidade de fissuras na face inferior, na região das chaves de cisalhamento, e a necessidade de os vãos serem modulados para que o sistema seja competitivo.

## **NORMAS TÉCNICAS**

**NBR 14.861: 2011** - Lajes Alveolares Pré-moldadas de Concreto Protendido - Requisitos e Procedimentos.

Atualmente sob consulta pública para aprovação de modificações, a norma estabelece os requisitos e procedimentos a serem atendidos no projeto, na produção e na montagem das lajes alveolares pré-moldadas de concreto protendido.

**NBR 9.062** - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado Estabelece os requisitos exigíveis para o projeto, execução e controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou protendido, excluídas aquelas que empregam concreto leve ou outros especiais.

**NBR 6.118:2014** - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Estabelece os requisitos básicos exigíveis para o projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.