

Dois em um

Sistema que combina a fôrma e parte do escoramento inicial, a mesa voadora permite executar grandes panos de laje com maior produtividade

Gisele Cicchinelli

Edição 176 - Novembro/2011

O sistema de fôrmas voadoras do tipo mesa, com torres e treliças, não é novidade no Brasil. Já vem sendo utilizado desde a década de 1980 em algumas obras de shopping centers, edifícios comerciais e de usinas hidrelétricas e nucleares. Com o boom de novas construções e o sumiço da mão de obra dos canteiros, no entanto, a sua adoção - incluindo o até então pouco usado sistema de mesas com escoras metálicas - vem se difundido cada vez mais entre as construtoras brasileiras. Fatores como aumento de velocidade de execução, redução do número de operários envolvidos na tarefa de escoramento de lajes e, conseqüentemente, dos custos diretos e indiretos da obra, têm atraído a atenção dos empreendedores para a solução. O sistema tem sido usado, inclusive, em obras da Copa 2014, como é o caso do Estádio Nacional de Brasília, antigo Mané Garrincha, onde mesas com torres de alumínio com 12 m de pé-direito, mesas com torres para execução das vigas de arquibancada e mesas com pé-direito de 4,5 m com escoras são usadas para o escoramento das lajes convencionais.



A opção pela mesa voadora deve considerar critérios como de acompanhar a alta produtividade do sistema, espaço para os equipamentos e mão de obra. A indicação é sempre lajes de grandes dimensões, planas ou nervuradas

Especialistas confirmam que, quando usado nas condições certas, o sistema é um dos mais produtivos existentes no mercado. "Com as mesas, conseguimos executar uma laje a cada seis ou sete dias, contra os oito ou nove dias necessnecessários para completar essa etapa se utilizássemos o sistema de fôrmas convencional. Também foi possível reduzir de 15% a 20% o número de trabalhadores envolvidos nessa etapa", relata Alexandre Vasconcellos, diretor geral da Método Estrutura, sobre a sua experiência com as mesas voadoras com treliças na execução das lajes da torre C do Rochaverá Corporate Towers (veja case).

Antes de optar pela solução, no entanto, é preciso verificar uma série de condicionantes para que suas vantagens se convertam em benefícios reais para a obra. Do ponto de vista estrutural, o sistema é preferencialmente aplicável em projetos que preveem a execução de grandes lajes planas maciças, nervuradas ou, preferencialmente protendidas. Outro fator importante é avaliar as interferências de vigas internas e vigas de borda, pois em alguns casos há limitação de altura das mesas, o que pode facilitar ou dificultar sua movimentação e retirada do pavimento (ver passo a passo de movimentação da fôrma). "Também é importante prever repetitividade mínima de dez a 15 usos para cada mesa, pois, invariavelmente, sua montagem exige um tempo relativamente grande antes do primeiro uso", lembra Fernando Santos, diretor da Associação Brasileira de Empresas de Fôrmas e Escoramentos (Abrasfe).

André Glogowsky, diretor da Hotchtief, empresa que já utiliza o sistema há alguns anos, observa que a especificação das mesas voadoras tem um grande impacto no empreendimento.

Cuidados

Como o próprio nome diz, as mesas devem voar pela obra, o que só é possível quando há espaço para a sua retirada do pavimento. Embora já haja no mercado cremalheiras específicas para esse fim, essa operação só pode ser feita com o auxílio de guias de capacidade mínima de 2 t. "Além da estrutura limpa e racionalizada capaz de conferir condições de acessibilidade às mesas, as obras têm de, necessariamente, contar com guias. E muitas construtoras, incluindo algumas grandes, ainda não contam com esse equipamento nos seus canteiros", lembra o projetista Ricardo França, observando as restrições para a disseminação do uso do sistema.

A necessidade do uso de concretos especiais, de cura mais rápida do que os convencionais, também pode limitar a adoção desse tipo de fôrma. "Em geral, a especificação desse item representa um incremento de 5% a 10% no custo do concreto", observa Vasconcellos.

Durante a execução, outro ponto crítico do sistema é o escoramento residual das vigas e lajes, que deve ser feito corretamente de modo a prever a necessidade de resistirem à carga da mesa. "A mesa deve 'subir' para o andar subsequente com a laje 100% reescorada, de acordo com as especificações do projeto, e com as duas lajes inferiores a essa 50% reescoradas", explica Vasconcellos. "A laje com pequena idade receberá uma carga maior do que a usual. Caso isso não seja considerado, poderão ocorrer deformações, e fissuras aparentes ou não, sobretudo em lajes com vãos maiores. Lajes protendidas estão menos suscetíveis a esse tipo de problema", completa França.

O voo da mesa é um evento que paralisa a obra, exigindo o acompanhamento de técnicos de segurança e a evacuação de toda a região em torno do local onde o equipamento será içado. Vale observar que a transposição da mesa não deve ser feita com velocidade do vento maior que 42 km/h. "A operação fica prejudicada, pois a mesa oscila no ar, podendo bater na estrutura e danificá-la", observa o diretor da Método Estrutura.

Normas técnicas

Na falta de norma específica para fôrmas tipo mesas voadoras, deve ser utilizada a norma técnica NBR 15696 - Fôrmas e Escoramentos para Estruturas de Concreto - Projeto, Dimensionamento e Procedimentos Executivos, e orientações dos fornecedores do sistema.

Produtividade

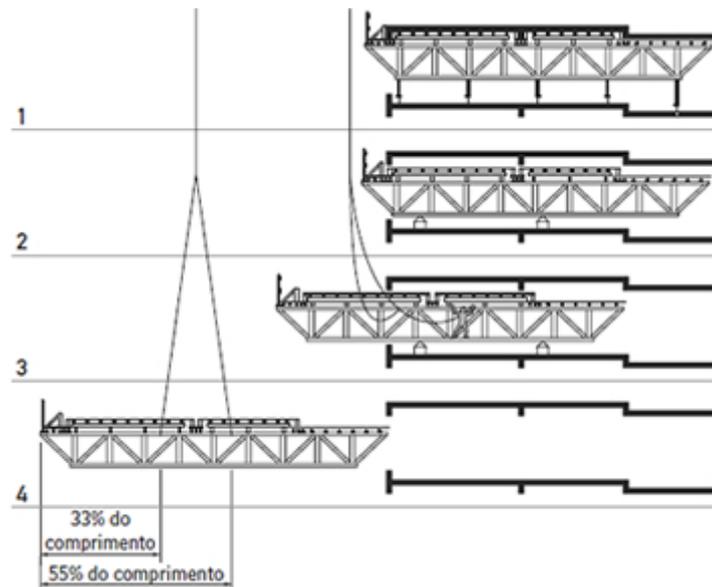
"A escolha do sistema estrutural e do concreto está intimamente relacionada ao ciclo que se quer e, portanto, do sistema de fôrma e escoramento", ressalta o consultor José Luiz Ary, sócio-diretor da Consultary Consultoria de Projetos e Obras. Para que haja um ganho real no custo global da obra e de produtividade, tanto o sistema estrutural como o tipo de concreto usado deve absorver os esforços de acordo com as especificações do projeto quanto ao módulo secante de deformação e resistência do concreto na data exata de desenforma e descimbramento, permitindo, desse modo, a redução do ciclo de concretagem de cada laje e, conseqüentemente, do prazo final da obra.

No caso da mesa voadora, vale ressaltar ainda que, quanto maior esse elemento, maior será a produtividade alcançada em obra. "O verdadeiro sistema de mesas voadoras permite projetar mesas grandes, a partir de 50 m²", lembra Ary, ressaltando que, independentemente do tamanho, o sistema exigirá sempre o emprego de 1,33 homem por hora durante as etapas de movimentação e operação de cada mesa. "Uma laje com 600 m², por exemplo, necessitará de nove a 12 mesas de 50 m² ou 70 m² e de 11,97 hh a 15,96 hh para realizar o voo desses elementos. Os ganhos com redução da mão de obra para a realização do ajuste entre mesas (só teremos de nove a 12 faces para fazê-lo), também são evidentes com mesas maiores", observa. Ainda de acordo com o exemplo dado pelo consultor, no balanço final, serão necessários um dia para o voo da fôrma e seus ajustes no pavimento subsequente, um dia para a armação e meio dia para a concretagem. "Se as lajes forem protendidas provavelmente poderemos movimentá-las logo após a etapa de protensão, com aproximadamente três ou quatro

dias, no máximo. Já se as lajes forem simplesmente armadas, a movimentação dependerá da capacidade do concreto na data de voo", explica.

Desenforma, movimentação e montagem

O planejamento de movimentação das mesas, com a sequência para a retirada, movimentação e reposicionamento das mesas nos andares posteriores, deve ser estudado previamente, de tal forma que não fiquem dúvidas para a hora da operação propriamente dita.



As mesas voadoras são montadas para a sua primeira utilização e desmontadas após a execução da última laje, portanto os cuidados quanto ao esquadro, nível e prumo são fundamentais, bem quanto à fixação do compensado às vigas secundárias, pois sempre haverá alguma pressão negativa entre a laje e o compensado. Para evitar que o sistema se desmonte ou saia do esquadro durante as operações de desenforma e voo, a correta fixação entre as vigas secundárias e a principal - e ao sistema de apoio - também deve ser corretamente observada. Nenhum equipamento deve "voar" sem garantia de fixação no sistema.

Outro cuidado a ser tomado é a realização do teste da colocação e fixação dos pontos de içamento para a obtenção do centro de gravidade da mesa. Dependendo do fornecedor, o descimbramento e a desenforma serão feitos por sistemas hidráulicos ou manuais. Já a movimentação da mesa na laje é feita manualmente, por roletes, até que a grua assuma o controle do voo e a transporte para a mesma posição relativa na laje superior.

Desenforma

Após a desenforma, as mesas podem ser movimentadas na horizontal com carro motorizado ou manual, e na vertical por intermédio de grua.

Movimentação

Não é necessário retirar as escoras para movimentação das fôrmas, já que possuem todos seus elementos travados, o que evita a queda de peças.

Montagem

Uma vez pré-montada, basta colocá-la no novo posicionamento de concretagem, respeitando sempre as cargas pré-estabelecidas na montagem inicial.

Escolha do sistema

Existem três tipos de fôrmas tipo mesas voadoras no mercado: com treliças, escoras ou torre metálica. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Fôrmas e Escoramentos (Abrasfe), as soluções são intercambiáveis e devem ser estudadas caso a caso.

Dentre os requisitos que devem ser considerados para a escolha do sistema estão:

- **Pé-direito** - para pequenas alturas, até 4 m, as soluções com escoras ou com treliças são mais usuais. Para alturas maiores ou variáveis, a solução mais indicada é a mesa voadora com torre metálica
- **Espessura da laje (carga aplicada por poste)** - as torres metálicas, em geral, são mais indicadas em situações onde as lajes possuem maiores espessuras, pois suportam mais carga que escoras
- **Gruas na obra** - a opção por qualquer sistema deve levar em conta a disponibilidade da grua que, além das tarefas habituais, como movimentação de aço, concretagens, descarregamento de caminhões etc., terão de realizar também o traslado das mesas entre os pavimentos
- **Capacidade de carga da grua** - o tamanho da fôrma tipo mesa voadora deve ser avaliado de acordo com a capacidade da grua. Dependendo da obra, contar com uma grua com maior capacidade de carga pode ser a opção mais vantajosa, pois possibilita o uso de mesas maiores com a conseqüente diminuição do número de voos
- **Tempo mínimo requerido para desenforma e reescoramento** - esse estudo influenciará no número de níveis com escoramento e o ciclo entre lajes.



Mesas com torres



Mesas com treliças



Mesas com escoras

Case

Rochaverá Corporate Towers

Necessidade de otimização da mão de obra e de aumento da produtividade foram as principais razões que levaram a equipe de engenharia da Método Estrutura a apostar no sistema de fôrmas mesas voadoras para a execução das lajes nervuradas que compõem a estrutura da Torre C do empreendimento Rochaverá Corporate Towers, na capital paulista.

A opção pelo sistema de mesa voadora estruturado com treliças de alumínio permitiu agilidade na desenforma, transporte e reposicionamento das fôrmas nos pisos subsequentes. "Com as mesas e os mastros de concretagem, conseguimos um ciclo de laje de seis dias", conta Alexandre Vasconcellos, diretor geral da Método Estrutura.



25 fôrmas mesas voadoras foram usadas para concretar as 34 lajes de 1,5 mil m² a 2 mil m² da torre C do Rochaverá Corporate Towers

O transporte das mesas de um pavimento para o outro, no entanto, foi o maior desafio do uso da solução nessa obra. "Havia um prejuízo ao sistema de proteção coletiva. As bandejas e telas de segurança ficavam em defasagem com a estrutura do prédio, pois era necessário deixar os vãos dos pavimentos livres para transportá-las de um pavimento para o outro", relembra o engenheiro. Para contornar o problema, a solução foi adotar extrema cautela nos serviços realizados próximos à periferia da torre, além da própria diminuição do ciclo de concretagem, fundamental para que o transporte de mesas de um pavimento a outro fosse realizado o mais rápido possível, aumentando a segurança coletiva da obra.

Os fortes ventos que atingiram a cidade entre março e junho de 2011 também prejudicaram o andamento da obra. "Tivemos 8% de perda no ciclo de concretagem da laje por conta desse fator", lembra Vasconcellos. Outro cuidado extra foi contar com a presença de um topógrafo full time no canteiro, o que garantiu o correto prumo do pilar, nível e alinhamento das vigas e nível das mesas para o apoio das fôrmas. "Como uma das fachadas era inclinada, só conseguiríamos chegar à inclinação indicada no projeto com o auxílio de topografia", explica Vasconcellos.

Produtos & Técnicas



SH

Ideal para obras com ciclos rápidos de concretagens e repetição frequente da geometria, o sistema promete menos mão de obra e redução no custo do metro quadrado da fôrma, pois reduz significativamente o número de escoras em relação ao escoramento convencional.

SH

0800-282-2125

www.sh.com.br

Mills

Projetada em treliças de alumínio, as mesas podem ser configuradas com até 80 m², totalmente prontas para a execução. Leves - possuem 35 kg/m² -, são ideais, segundo o fabricante, para projetos com grandes planos de lajes, de preferência lisas, e com cronograma de execução curto como grandes edifícios comerciais e residenciais, shoppings e instalações industriais.



Mills

(11) 3787-4177

www.mills.com.br

Ulma

Especialmente desenvolvida para execução de lajes maciças ou nervuradas, o sistema Mesa VR promete acelerar a execução da estrutura - graças à economia de tempo na montagem e desmontagem - e proporcionar excelentes acabamentos e segurança à obra.

Ulma Construcción

(11) 3883-1300

www.ulma-c.com.br



Peri

Prontas para utilizar, o sistema é econômico e seguro e apresenta proteção com guarda-corpo nas extremidades. Pode ser encontrado em quatro medidas standard - 2,40 m, 3,60 m, 4,80 m e 6,00 m. Também oferece uma variedade de acessórios para o transporte horizontal e vertical.

Peri

(11) 4158-8188

www.peribrasil.com.br



Doka

As mesas voadoras com escoras e com escoras basculantes permitem a saída do conjunto por cima de parapeitos e também a integração de plataformas e vigas de borda no sistema, oferecendo melhor relação entre custo e benefício para o cliente.

Doka

(11) 2088-5777

www.doka.com/doka/pt/index.php

