

### Veja os critérios para escolha do sistema de fôrmas para estruturas de concreto armado

Escolha de equipamentos deve se basear em critérios técnicos relacionados à qualidade da estrutura e à logística e à produtividade da obra

Bruno Loturco

Edição 228 - Março/2016



Possivelmente, o aspecto mais fundamental do processo de escolha de sistemas de fôrmas para concreto é a observância com relação à sua resistência, devendo ter rigidez estrutural suficiente para que as peças concretadas não se deformem. Outros aspectos, entretanto, também precisam ser considerados para que o sistema de fôrmas seja capaz de conciliar demandas arquitetônicas, estruturais, logísticas e relativas à produtividade almejada pela construtora.

De acordo com o diretor de construções da Brookfield Engenharia, Marcos Sarge, é imprescindível que o sistema apresente estabilidade dimensional, sem desvios que comprometam o nível, o esquadro ou o prumo. Além disso, salienta, outro ponto inquestionável diz respeito à segurança estrutural, com ausência de riscos decorrentes de movimentações ou rupturas.

Também contam como diferenciais, na visão da construtora - contemplando aspectos relacionados a produtividade - a facilidade de recebimento e transporte interno em função do peso e dimensões. Além

disso, os responsáveis técnicos pela escolha do sistema para concretagem devem ter em vista questões como durabilidade para atender à quantidade mínima de reutilizações prevista em projeto e no acordo comercial. Por fim, são subsídios para a adoção de determinado sistema o plano de ataque da obra e a velocidade de execução.

Embora, na prática, a fôrma sirva apenas como acessório temporário para moldagem da estrutura, dela depende toda uma sorte de itens. Por isso, Sarge revela que, na Brookfield, a avaliação é bastante abrangente. "Olhamos para o sistema de desenforma que envolve a facilidade de desmontagem e a relação com os procedimentos de segurança do trabalho", afirma. O checklist contempla também a certificação ambiental dos materiais e insumos empregados; o peso próprio dos componentes - incluindo comparativos entre madeira, alumínio, aço e sistemas mistos; a qualidade esperada da superfície do concreto para definição das características do filme (superfície de contato) da fôrma; capacidade de compatibilização do projeto por parte do fornecedor e tempo de resposta (prazo) de entrega dos materiais em obra. Outro ponto levado em conta é a interface com os sistemas de escoramento e de travamentos, visando a promover a compatibilidade entre os diferentes sistemas e seus componentes.



Sistema de fôrmas deve ter rigidez estrutural suficiente para que as peças concretadas não se deformem

### **Relação com a estrutura**

Por isso, o sistema de fôrmas é, segundo o projetista estrutural Marcos Monteiro, da Planear Engenharia, consequência do desenvolvimento da estrutura a ser adotada para o empreendimento. "A concepção mais adequada é função de diversos fatores, como partido arquitetônico, repetições, equipamentos disponíveis, espaço em canteiro, dentre outros", assinala. Por isso, "definida a tipologia da estrutura, avalia-se quais sistemas de fôrmas são adequados e aquele que trará maior viabilidade técnica e financeira", diz.

Enio Canavello Barbosa, diretor da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece), concorda. Para ele, "o sistema de fôrmas é consequência da definição da concepção estrutural. Quando

da definição do tipo de laje a ser concebido, o sistema de fôrmas deverá atender ao sistema estrutural", diz.

Apesar disso, acredita Monteiro, cabe ao projetista estrutural propor soluções estruturais que conduzam o empreendimento a um melhor resultado técnico e financeiro. "Faz parte do desenvolvimento do projeto estrutural a apresentação, por parte do projetista, do estudo de opções estruturais e fornecimento dos dados necessários para que a construtora, conforme seus critérios de execução, possa tomar a decisão mais acertada para o sucesso do empreendimento", explica.

Em alguns casos, entretanto, é o projetista que tem que se adaptar aos equipamentos existentes. Isso ocorre quando a construtora adquire sistemas industrializados de fôrmas para, por exemplo, paredes de concreto. "Nesse caso, o projetista deverá conceber uma estrutura que seja adequada ao sistema de fôrmas já disponível", afirma.



Responsáveis pela escolha do sistema de fôrmas devem ter em vista questões como durabilidade para atender à quantidade mínima de reutilizações prevista em projeto

Outro caso, citado por Barbosa, diz respeito ao uso de mesas voadoras pela construtora. "Neste exemplo, o projetista estrutural criará uma estrutura sem vigas para não comprometer o desempenho do sistema de fôrmas em mesa voadora", explica.

Até mesmo porque, lembra ele, a função do sistema de fôrmas para o projetista de uma estrutura de concreto armado é manter as peças estruturais nas posições especificadas em projeto até que o concreto atinja as características necessárias para que as mesmas possam ser retiradas. Portanto, sob a ótica do projetista, é importante que as fôrmas impeçam a perda de água do concreto e tenham resistência suficiente para suportar as pressões do concreto fresco sem abrir ou apresentar deformações excessivas. "Sistemas de fôrmas que atendam a esses requisitos, independentemente do material componente, são adequados para a execução da estrutura de concreto", pontua.

## Produtividade em foco

Se os aspectos técnicos que dizem respeito ao projeto de estrutura são relativamente simples de serem contemplados, bastando apenas que o sistema atenda aos requisitos de desempenho, a avaliação é um pouco diferente no que diz respeito ao ponto de vista da construtora. Sergio Fernando Domingues, diretor técnico da Tarjab, conta que o sistema de fôrmas chega a custar 10% do custo total da estrutura. Os valores são semelhantes na Brookfield, onde em empreendimentos residenciais com padrão médio e com dois ou três dormitórios as fôrmas representam de 6% a 11% do custo da estrutura - ou de 1% a 2% do custo total raso do empreendimento, conta Sarge.

Monteiro conta que, embora a consideração da produtividade de cada sistema de fôrma seja extremamente importante para a escolha do sistema de fôrmas mais adequado, nem sempre o projetista possui esses índices. "Todo projetista sabe que, em termos de produtividade, o sistema de fôrmas segue a seguinte ordem: lajes, pilares e vigas", diz. Então, continua, "a lógica para se obter um sistema de fôrmas mais produtivo é a redução de vigas, que é o conceito das lajes planas".



Facilidade de recebimento e transporte interno em função do peso e dimensões também contam como diferenciais técnicos, na visão das construtoras

Entretanto, observa Monteiro, o aumento de produtividade pode não se traduzir em redução de custos do empreendimento se os custos da contratação da mão de obra não considerarem o aumento de produtividade. Isso pode ocorrer nos casos em que a contratação da mão de obra é feita por metro cúbico, exemplifica. Dessa forma, a "busca pelo menor custo final de execução da estrutura deve envolver todo o processo executivo. Uma redução pontual de custos pode não significar uma redução do custo final da estrutura", alerta.

Por isso, a produtividade de um sistema de fôrmas é medida, no caso da Tarjab, por meio do equilíbrio da relação entre materiais, mão de obra e equipamentos. Sendo assim, a escolha do sistema de fôrmas leva em consideração o equilíbrio entre esses três parâmetros. "Você pode ter um equipamento com um custo

muito baixo, porém a mão de obra leva o dobro do tempo para realizar o serviço", ilustra. Portanto, conclui, o melhor custo-benefício entre os três parâmetros é a principal análise realizada para escolha do sistema de fôrmas.

É com base nesse tipo de análise que a Tarjab deixou de trabalhar com alguns sistemas, revela. De acordo com ele, a "utilização de toras de eucalipto para escoramento da fôrma ou fabricação da fôrma de madeira no momento da montagem são exemplos de sistemas obsoletos que impactam diretamente na produtividade e inviabilizam a produção em qualquer cenário", salienta. Isso porque esse tipo de tecnologia, avalia Domingues, não atende aos critérios de custo e qualidade mínima exigidos pela construtora. Ainda assim, pondera, "qualquer sistema que atenda os critérios de custo, produtividade e qualidade da obra e não coloque em risco os colaboradores será analisado".



Em alguns casos, o projetista estrutural precisa se adaptar aos equipamentos existentes. Isso é comum, por exemplo, em obras com fôrmas para paredes de concreto e mesas voadoras

Resumidamente, diz Sarge, "a preferência quanto ao sistema depende, basicamente, das seguintes condicionantes: disponibilidade de fornecedores locais e payback do investimento". Ou seja, uma equação que envolve o investimento feito, o tempo de amortização previsto, as manutenções e reparos necessários ao longo do tempo. "No caso de material próprio, a decisão vai depender também da existência de sequência de obra com as mesmas especificações e necessidades técnicas", lembra.

Avaliação parecida, baseada em custo e oportunidade, é feita por Domingues quanto à decisão entre locar ou comprar equipamentos. "Se a empresa, dentro de seu planejamento, sabe que terá obras consecutivas que poderão absorver os ativos adquiridos, evitando a ociosidade e tendo vantagens financeiras, é interessante adquirir. Caso contrário, a locação se torna mais interessante", resume.

Tem sido comum dentre as grandes construtoras, observa Domingues, o uso de sistemas de fabricação de fôrmas de madeira com escoramento metálico. "É um processo construtivo consolidado e bem resolvido", assegura. "Sistemas pré-moldados, como mesa voadora, fôrmas metálicas, fôrmas plásticas, se tornam interessantes se analisadas com antecedência e com o projeto concebido para sua utilização", pondera.

### Itens de influência

Confira os principais itens a serem considerados, numa análise direta, para a definição do sistema de fôrmas a ser utilizado na construção de um edifício



#### *Tipologia da edificação*

Edifício simétrico, assimétrico, compridos em projeção ou de lados relativamente parecidos



#### *Tipo de estrutura*

Laje plana, convencional mista, protendido etc.



#### *Altura do edifício*

Influencia a repetição. Dependendo do número de pavimentos-tipo, pode-se optar por fôrmas mais caras, porém com vida útil maior e que proporcionem melhor produtividade



#### *Logística*

A depender da disponibilidade de equipamentos são definidos os impactos do sistema de fôrmas no canteiro. Para tanto, o responsável técnico da construtora verifica a possibilidade de utilizar grua no canteiro, a existência de lajes planas, de vigas de borda e a viabilidade de usar mesa voadora ou fôrmas em deck. Além disso, os limites espaciais do canteiro limitam a escolha do tipo de fôrma a ser utilizado, principalmente pelo método de transporte vertical da fôrma



#### *Decisão comercial*

São ponderados os custos de locação e de aquisição dos equipamentos



#### *Produtividade*

É necessário verificar se o sistema proporciona redução da mão de obra própria e qual seria o custo de novas tecnologias

Fonte: Sergio Fernando Domingues, diretor técnico da Tarjab