

Garantia de boa estrutura

Cuidados com o planejamento e execução do cimbramento evitam que lajes e vigas trabalhem precocemente e tenham sua resistência prejudicada



Para a execução de uma estrutura de concreto saudável, o construtor precisa ter uma preocupação especial com o projeto de escoramento e reescoramento das lajes e vigas de seus edifícios. Esses elementos estruturais recebem, em idades precoces, solicitações importantes decorrentes do peso próprio e de outras cargas. A divisão justa desse carregamento permite evitar patologias na estrutura e na alvenaria, e é obtida com dimensionamento e distribuição corretos do número de escoras e com um planejamento correto do transporte dessas peças.

Quando uma laje ou uma viga é concretada, é necessária uma ajuda enquanto o concreto não atinge resistência mínima para a qual a estrutura foi projetada. Por isso, destacam-se, por algumas semanas, apoios para que a carga da estrutura seja ponderadamente distribuída entre os pavimentos. Há diversos tipos de apoios: torres, mesas voadoras metálicas ou escoras - feitas em madeira ou metal (ver quadro Sistemas de Escoramento). Reescoras são as escoras que continuam sustentando a estrutura até a cura completa do concreto.

Essa, aliás, parece uma terminologia pouco precisa. Segundo Maurício Bianchi, diretor técnico da BKO, a palavra reescoramento pode levar a crer que as novas escoras são posicionadas posteriormente ao escoramento da laje concretada. Trata-se de uma herança de como se realizava esse serviço na década de 1970. O projetista de fôrmas e escoramentos Paulo Assahi concorda: "O mais adequado é chamar de

escoramento remanescente, já que são escoras que permanecem após o descimbramento da viga e laje", afirma. Ele acrescenta, ainda, que o procedimento mais indicado é que essas peças sejam posicionadas antes ou durante a concretagem, para que haja uma distribuição de cargas mais uniforme.

"As lajes estão recebendo carga muito cedo", afirma o projetista de estruturas Ricardo Leopoldo e Silva França. Ele explica que, a cada ciclo de concretagem, há dois momentos críticos de redistribuição de cargas. O primeiro impacto ocorre quando o reescoramento do nível mais inferior é retirado e transportado para apoiar a nova laje. Ele pode ocorrer entre o primeiro e o terceiro dia do ciclo (para ciclos de quatro e sete dias, respectivamente). O outro momento é o da concretagem do pavimento superior, quando a laje recebe uma nova carga. Esta solicitação ocorre sempre no último dia do ciclo.

Os esforços prematuros podem causar danos em níveis microscópicos à estrutura. Material heterogêneo, o concreto é composto basicamente de brita e argamassa, além de alguns aditivos. Durante a cura, conforme explica França, a tendência da argamassa é de se retrair, enquanto a brita permanece com seu volume natural. É normal, portanto, ocorrerem microfissuras nessa interface argamassa-agregado. Entretanto, se a tensão a que o concreto é submetido é exagerada - mais do que 50% da sua resistência -, a estrutura começa a sofrer danos permanentes, comprometendo a resistência real do material. "Há uma grande diferença entre os corpos-de-prova ensaiados e o concreto lá da estrutura. Este último está sofrendo muito mais", afirma França. "As pessoas não costumam se preocupar com o que não conseguem ver. Elas acham que se não há fissuração aparente, então a estrutura está saudável, e não é bem assim", alerta.



Microfissuras na interface argamassa-agregado são normais em razão dos comportamentos diferentes dos dois elementos. No entanto, um projeto de escoramento que não considere as sobrecargas sobre a estrutura jovem pode potencializar essas fissuras microscópicas, comprometendo a resistência e o módulo de deformação do concreto

Outro projetista de estruturas, Francisco Graziano, explica que também há um crescimento desigual dos índices de rigidez e de resistência do concreto. Geralmente, o primeiro é mais rápido do que o segundo. A consequência disso é que laje ou viga tende a "chamar para si" uma carga que ainda não agüenta nas idades mais jovens. "Isso contribui para que se potencializem os problemas de sobrecarga e fissuração", afirma Graziano.

Segundo os projetistas, os problemas resultantes do escoramento mal-executado dificilmente se refletem de imediato. O mais comum é que, devido à deformação exagerada da estrutura, surjam mais tarde patologias na alvenaria de vedação, com fissurações nas paredes. Entretanto, quando essas evidências surgem, não é possível apenas culpar a execução da estrutura - podem resultar, também, de problemas na execução da própria alvenaria, como, por exemplo, o uso de blocos pouco resistentes.

O ideal, então, seria que as estruturas ficassem escoradas 28 dias ou mais, antes que o pavimento seguinte fosse concretado. Assim, ganharia resistência suficiente para suportar a carga que lhe seria exigida. Mas isso é, na prática, inviável para os construtores - tanto em termos de custos quanto de prazos. É preciso, então, adaptar os escoramentos e a distribuição de cargas aos ciclos de concretagem mais curtos.

Tentando cumprir prazos cada vez menores, alguns construtores chegavam a concretar uma laje a cada quatro dias. Nesse caso, segundo Ricardo França, no dia seguinte à concretagem a laje pode precisar suportar até 50% do peso próprio. Prezando a segurança e o desempenho das edificações, houve um refluxo e os ciclos voltaram a alargar. Um exemplo dessa tendência do mercado é Paulo Assahi. Ele conta que já participou, como projetista, de edifícios concretados em ciclos de quatro dias. "Mas o conhecimento sobre o comportamento do concreto fresco da estrutura não era suficiente", afirma. Hoje, ele não aceita pedidos de projetos para obras com ciclos de concretagem menores que seis dias.



Os problemas resultantes do reescoramento mal-executado são invisíveis a olho nu. Porém, a deformação exagerada da estrutura pode se manifestar em patologias nas alvenarias

Dimensionamento das escoras

Os escoramentos fazem parte do sistema de fôrmas, cuja montagem consome, em média, 30% do prazo total de execução do empreendimento. É um valor relevante, que pede a atenção do construtor para a racionalização desse processo.

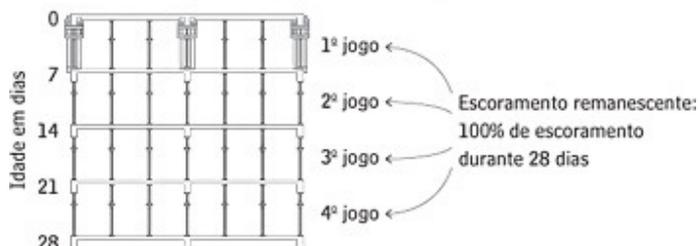
Um projeto de fôrmas completo deve incluir desenhos de confecção das fôrmas, desenhos de montagem das peças e especificação técnica dos materiais e normas básicas de execução. Faz parte do projeto, também, o dimensionamento do escoramento.

Para dimensionar de forma correta o escoramento, o projetista de fôrmas leva em conta fatores como ciclo de concretagem, característica do concreto, sobrecarga prevista para a laje e as movimentações operacionais necessárias (operários, lançamento e vibração do concreto, peso das armaduras). No caso da utilização de escoramento de madeira, é preciso considerar o comportamento e as características físicas do material a ser utilizado - resistência da espécie, idade da madeira, umidade, entre outros.

É recomendável que qualquer laje - independentemente do ciclo de concretagem adotado - permaneça escorada em seus primeiros 28 dias. Em ciclos de uma semana, Paulo Assahi admite até a retirada do jogo de escoras remanescentes no 27º dia, ou seja, um dia antes da nova concretagem. Nessa data, a laje madura já tem resistência suficiente para receber sozinha a carga dos pavimentos superiores. O procedimento retarda, ainda, a distribuição de cargas e a conseqüente deformação da laje que será concretada no dia seguinte.

Plano de Escoramento segundo Paulo Assahi

(ciclo: uma laje a cada sete dias)



As escoras devem ter um espaçamento máximo entre si de 1,50 m (para vigas) ou 1,80 m (para lajes). Essas distâncias devem ser respeitadas para que não haja deformação da estrutura. As escoras devem estar rigorosamente apuradas entre os pavimentos, para que os pesos sejam divididos de acordo com a capacidade de cada laje. "Se não estiverem apuradas", explica Graziano, "a laje receberá uma parte maior do peso da estrutura".

Essas indicações vão ao encontro de outra recomendação: durante essas quatro semanas, a laje deve permanecer apoiada por 100% das escoras remanescentes. Paulo Assahi explica que há um erro de interpretação entre os engenheiros. "Por exemplo, alguns projetos afirmam que, depois de duas semanas, as escoras podem trabalhar com 50% da carga inicial. Isso não significa que possa ser retirada metade das peças", afirma. O espaçamento criado entre as escoras também deformaria a laje. Aos que quiserem diminuir a capacidade de carga só há um caminho: substituir as escoras por outras de menor capacidade, mas sempre mantendo a distância original.

Entrega racionalizada

Além do custo do aluguel das fôrmas, o construtor precisa se preocupar também com o pagamento das peças avariadas ou perdidas durante o período de locação. Mesmo com os cuidados e precauções com o material, as perdas representam, financeiramente, para as construtoras, entre 5 e 10% do valor do contrato com o fornecedor de fôrmas e escoramentos. A construtora BKO, por exemplo, trabalha em suas obras com um índice de perda de 7%, segundo seu diretor técnico, Maurício Bianchi.

Solução para parte desse problema está sendo desenvolvida por algumas empresas fornecedoras de fôrmas. A entrega paletizada de fôrmas, escoras e peças miúdas racionalizará o carregamento e o transporte dos equipamentos até o canteiro. Espera-se que o tempo de carregamento de um caminhão é que pode durar até seis horas - não ultrapasse os 80 minutos.

A SH Fôrmas lançou o serviço Carga Mecanizada aos seus clientes. A empresa promete o carregamento de 12 t de equipamentos em 45 minutos, e a necessidade de apenas duas pessoas para o serviço - o motorista do caminhão e o conferente. A paletização de todos os equipamentos - inclusive os miúdos - permite que o transporte até o veículo seja feito de forma automatizada, com uma empilhadeira. A implantação do novo sistema exigiu um investimento de R\$ 3 milhões. O serviço é opcional.

A empresa desenvolve agora um sistema de paletização e conferência dos equipamentos em obra, para a devolução do material.

A Mills deve lançar nos próximos meses um serviço semelhante. Segundo o gerente nacional de vendas, Valdinei Vaz da Silva, a empresa estuda a implantação de um sistema em que 100% dos equipamentos serão entregues paletizados. A estimativa é de que o tempo de carregamento das 12 t, que atualmente gira em torno de duas horas, caia pela metade.



Perfis são fitados e separados para carregamento



100% das peças miúdas também são ensacadas e separadas para o carregamento



Painéis são paletizados e estocados para o cliente



Equipamentos são carregados no caminhão por uma empilhadeira

Escoramento remanescente

O primeiro passo para a correta execução das estruturas é seguir à risca o projeto de escoramento e reescoramento remanescente. Os corretos ajuste e posicionamento das escoras evitam a sobrecarga de lajes e vigas nas idades mais jovens e a conseqüente microfissuração do concreto. Confira o check-list:

- Marcação dos eixos: as escoras devem estar rigorosamente apuradas nos pavimentos escorados. Essa disposição evita a sobrecarga e a deformação da laje
- Verificar alinhamento e espaçamento entre as peças (1)
- Checar o prumo das escoras (2)
- Verificar a imobilidade das escoras e a fixação nos painéis, longarinas e transversinas. Caso o pé-direito seja maior do que 4,0 m, certificar-se de que todas as escoras estão contraventadas (3)



Sistemas de escoramento

Madeira

O escoramento com madeira é geralmente mais barato, em razão da grande oferta do material no mercado. Além disso, as peças podem ser reaproveitadas em outras partes da obra. É o tipo de escoramento mais utilizado fora dos grandes centros urbanos. Porém, as peças sofrem deformações mais facilmente, inclusive pelas condições atmosféricas, além de serem de um material combustível. Há basicamente dois elementos diferentes que podem realizar essa função:



Tronco: sistema mais rudimentar, geralmente se utilizam troncos de eucalipto de Ø 10 cm. O material é heterogêneo, e as peças diferentes entre si. O ajuste de altura deve ser feito com cunhas de madeira.

Pontaletes/caibro: mais difundido, o sistema utiliza escoras com seção quadrada (3"x 3") e feitas de pinho, material mais homogêneo. As peças são padronizadas, produzidas com madeira beneficiada, que confere maior capacidade de carga. O ajuste de altura também deve ser feito com cunhas de madeira. Garfo é a associação de pontaletes com sarrafo, utilizado geralmente no escoramento de vigas.

Metálico

As escoras industrializadas metálicas possuem maior capacidade de carga e maior durabilidade. Isso se traduz na necessidade de menos peças para o escoramento, possibilitando maior mobilidade à equipe na laje. Geralmente possuem roscas que permitem o ajuste fino da altura das peças. São dois os principais sistemas de escoramento metálico:



Escoras simples: é o tipo mais utilizado. Feitas com tubos em forma de flauta, furados para o ajuste grosso de altura. O ajuste fino é feito por rosqueamento. Os encaixes são mais simples.

Torres: sistema formado por escoras verticais contraventadas, como andaimes. São mais estáveis e suportam cargas maiores. Normalmente utilizadas para pavimentos com pé-direito muito alto ou quando a carga transferida para pavimentos inferiores é muito alta.