

Escoramento para obras pesadas

Projeto e dimensionamentos precisos são fundamentais para evitar colapsos estruturais e inconformidades no concreto e nas fôrmas. Saiba como especificar e fiscalizar o sistema

Por Gisele Cichinelli
Edição 39 - Junho/2014

Os escoramentos metálicos são utilizados em todos os tipos de obras de infraestrutura.Essas peças tubulares de aço ou de alumínio, telescopadas e graduadas, servem como suporte para fôrmas na execução de estruturas de concreto diversas - tais como pontes, viadutos, túneis, usinas, obras de saneamento, aeroportos e estádios - e têm como função sustentar e transferir cargas para o solo.

Basicamente o sistema é composto por elementos verticais - como as escoras (de aço ou alumínio), torres de carga (de aço ou alumínio) ou sistemas modulares - e também horizontais, que podem ser vigas (de aço, madeira ou alumínio), perfis metálicos ou treliças. Além desses itens principais, fazem parte do conjunto diversos acessórios para as conexões (como tubos e braçadeiras para contraventamento, amarrações, cabos para estaiamento, suportes e bases), para o apoio e ainda para o travamento das estruturas.

Dependendo do tipo e das condições da obra, é possível utilizar sistemas específicos que integram escoras e fôrmas em um único conjunto - tais como as mesas voadoras - ou ainda os carros para avanços sucessivos, ideais para obras de pontes ou viadutos em condições particulares de terreno (veja quadro à parte).

"Em geral, em obras de infraestrutura utilizamos o conceito de reescoramento, ou seja, quando os elementos são posicionados para receber uma carga adicional proveniente de uma ação futura", explica Claudinei Lima, diretor técnico da Associação Brasileira de Fôrmas e Escoramentos (Abrasfe), observando que o uso do chamado 'escoramento remanescente', bastante disseminado no segmento de edificações, é incomum nesse tipo de obra. "Esse elemento suporta as cargas da própria estrutura, que ainda não é totalmente portante no momento da retirada do escoramento. Só são usados nesse segmento quando é necessária a retirada do escoramento antes da estrutura absorver o seu peso próprio como, por exemplo, quando é necessário o reaproveitamento de equipamentos", completa.

Projeto e dimensionamento

Para evitar problemas, é imprescindível que todas as peças sejam distribuídas conforme as especificações do projeto de fôrmas e escoramentos. Esse documento geralmente é elaborado pelo fornecedor do sistema, que sugere o número de consoles, dimensões, formato e o processo executivo mais adequado para cada obra em parceria com a construtora. "Mas há várias construtoras, especialmente em grandes obras, que mantêm em suas equipes profissionais aptos a realizar estes projetos", observa Lima.

Seja qual for a fonte das informações, é fundamental que a relação entre as empresas fornecedoras, construtoras e o projetista estrutural envolvidos no empreendimento seja estreita. "O ideal é sempre buscar soluções ou métodos executivos que garantam melhor produtividade, qualidade e segurança para a construção", completa o diretor, lembrando que todas as soluções indicadas requerem o aval do projetista estrutural.

Outra etapa importante é o dimensionamento do escoramento, que deve levar em consideração uma série de fatores como o peso do concreto; equipamentos usados; complementos e sobrecarga dos serviços de concretagem; disponibilidade e capacidade de grua ou guindaste e quantidade de reutilizações, além de detalhes importantes como o acabamento do concreto e o cronograma da obra.

Outro ponto crítico é conhecer a resistência do solo. Em alguns casos, pode ser necessário seu tratamento ou o uso de pranchões sobrepostos para transmissão adequada da carga, incluindo o uso de mais "postes" de apoio para redução das cargas pontuais. Por fim, é importante verificar a presença de interferência de vias públicas, rios, matas que possam inviabilizar o uso direto de torres de carga.

"Cada tipo de obra de infraestrutura tem suas particularidades para projetos de fôrma e escoramento, mas num contexto geral devem ser analisadas a temperatura, slump, velocidade no lançamento do concreto e início de pega; observar qual será a metodologia de lançamento (tipo do equipamento de lançamento do concreto) e também o próprio tipo de escoramento e de fôrma que será usado antes de dimensionar as escoras", lembra o engenheiro Claudio Martins, coordenador de engenharia da Andrade Gutierrez.

De acordo com o engenheiro, erros nessa etapa ou a má utilização dessas peças podem ser fontes de acidentes e prejuízos à construtora. "Além de ocasionar fissuras no concreto, as fôrmas podem ficar suscetíveis a aberturas. Isso provocará desperdício de concreto e gerará os chamados Relatórios de Não Conformidade de Serviços (RNCS), atrasando as futuras concretagens enquanto não são resolvidos. Vale lembrar que o escoramento, se mal dimensionado, também pode colapsar causando, inclusive, acidentes fatais", observa.

Patologias

Os procedimentos de montagem e desmontagem do escoramento deverão ser definidos antes do início da operação pela fornecedora dos equipamentos e pela equipe da obra. Embora raros, erros de projetos ou execução podem provocar desde pequenas deformações na estrutura até o colapso total da mesma.

Dentre as principais patologias envolvendo escoramentos estão as situações de recalques do terreno, causando desnivelamento da estrutura concretada ou até mesmo sua ruína total. A falta ou insuficiência de contraventamento também é uma falha grave. Todos os escoramentos de grande altura devem ser bem contraventados para evitar flambagem das torres e suas consequências, que podem variar de deformações excessivas ao colapso total.

Condições especiais de execução também merecem atenção especial. Como no caso de ampliação de pontes, por exemplo, em que a viga e a laje muitas vezes são concretadas separadamente para economia no uso de treliças. Após a concretagem e protensão da viga, as treliças devem ser completamente aliviadas do peso da viga, a fim de terem capacidade para receber a carga da laje.

Em casos onde seja necessário o reescoramento, esses devem ser utilizados na laje de apoio e eventualmente em outras abaixo dela (especialmente quando a laje a ser concretada tiver peso superior à sobrecarga prevista para a laje inferior que serve de apoio). Embora o fornecedor, em geral, se responsabilize pelo projeto de reescora, o ideal é que a construtora submeta o anteprojeto ao calculista que projetou a estrutura de concreto. Cabe a esse profissional opinar e dar a palavra final a respeito do reescoramento. Erros nessa etapa podem trazer consequências diversas, tais como punção da laje, deformações excessivas e colapso parcial ou até total de ambas as lajes.

Perdas e avarias

A escolha pela locação ou compra dos escoramentos metálicos depende do prazo da obra e das condições de reaproveitamento do material. "Se houver grande repetição, cronograma longo, possibilidade de transferir os equipamentos para outra obra ou uma oferta interessante de recompra por parte do fornecedor é recomendável avaliar a possibilidade de compra do equipamento", analisa Martins.

A modalidade mais comum, no entanto, continua sendo o aluguel dos escoramentos. Nesse caso, vale ressaltar que avarias e perdas ainda são um dos pontos de maior estresse entre as construtoras e as empresas fornecedoras, chegando a representar 10% do aumento do valor dos contratos. Para minimizar problemas dessa natureza, antes de escolher o fornecedor, é altamente recomendado avaliar se a empresa oferece suporte e treinamento, além de assistência técnica e visitas periódicas e contínuas à obra para identificar se há erros no seu uso e corrigi-los.

"Quando existe uma preocupação por parte da supervisão da obra em sensibilizar sua equipe sobre a importância dos cuidados básicos com o uso dos equipamentos, os resultados são satisfatórios e há baixo índice de perdas e avarias", lembra Lima. O engenheiro observa também que os contratos devem ser bem claros e ainda especificar quais são os critérios considerados para avarias e os valores de indenização para peças perdidas e avariadas.

Além de treinar a mão de obra, é possível adotar algumas providências simples e eficazes dentro do canteiro para reduzir o número de indenizações, tais como o uso de grandes caixotes de madeira para armazenar peças pequenas, cercamento do local de armazenagem e instrução dos colaboradores para não deixar peças soltas no chão (especialmente no barro). A etapa de desmontagem, principalmente de escoramentos de grande altura, também requer cuidado redobrado. Dependendo do projeto, a opção por tecnologias que dispensam o uso de peças pequenas, como as torres, por exemplo, pode ser uma alternativa para reduzir a incidência de perdas em obra.

Vale lembrar que, em geral, a retirada dos equipamentos fica a cargo do locatário. O ideal é que a construtora conte com um fiscal que analise as condições das peças ainda no depósito do fornecedor, averiguando se o material não apresenta soldas trincadas nem corroídas, se a pintura e a galvanização estão conversadas, se as roscas estão lubrificadas e se as peças não estão deformadas, empenadas e não apresentem resíduos de argamassa ou concreto. Durante a carga e a descarga, as peças devem ser movimentadas com cuidado para que não amassem ou se danifiquem.

Novas tecnologias

A tecnologia do cimbramento móvel permite que a superestrutura(vigas-longarinas, lajes e pré-lajes) seja concretada no próprio equipamento conformando um único elemento monolítico. A fôrma de concretagem é movida a trilho, evitando contato com o solo e a necessidade de abertura de caminhos de serviço. Com o sistema é possível executar dois vãos de 30 m ao mesmo tempo, num total de 60 m por semana, contra 30 m no método tradicional.



O método é considerado ideal para a execução de estruturas sobre regiões alagadas. Por esse motivo, está sendo usado de forma inédita na execução de um trecho de 1,6 km do encontro leve estruturado (espécie de ponte construída com

peças mais leves) da obra do Rodoanel Mário Covas (trecho Leste). A obra, localizada entre os municípios de Itaquaquecetuba e Suzano (São Paulo), passa pelos rios Tietê e Guaió. A redução do impacto ambiental e a maior agilidade de execução das estruturas justificaram a escolha do equipamento pela Contern, empresa responsável pela construção da obra. De acordo com a empresa, o cimbramento móvel é ideal para obras de pontes altas e de grande extensão. Com ele, é possível executar pontes e viadutos com estacas de alturas superiores a 100 m.

TIPOS DE ESCORAMENTOS

Escoras de alumínio

Esse sistema confere maior leveza ao conjunto e produtividade nas etapas de montagem e desmontagem. Composto por escoras de alumínio que, travadas com o auxílio de treliças (frames), transformam-se em torres de



carga, conferindo altíssima capacidade de carga (dependendo do travamento, pode ultrapassar os 100 kN). Possui ajuste milimétrico (com roscas) e podem ser montadas na horizontal e posteriormente colocadas na posição vertical. Como algumas torres de aço, podem ser deslocadas sem que haja necessidade de desmontagem e içadas verticalmente com guias e guindastes.

Sistemas modulares

Indicada para conformar geometrias complexas (planas, curvas e mistas), essa solução apresenta-se como escoramento e fôrma em um único sistema e pode ser usada em estruturas de



concreto como túneis, galerias, lajes inclinadas, túneis de sucção, de desvio e de transição de grandes hidroelétricas. Possui alta capacidade de carga (que varia de acordo com cada fabricante). Por se tratar de um conjunto monolítico, pode ser rebaixado após a concretagem com equipamentos específicos para desenforma e deslocamento, podendo ser deslocado para a fase seguinte de trabalho sem necessidade de desmontagem.

Torres de carga fabricadas em aço

Sistema mais tradicional, é ideal para qualquer tipo de estrutura na construção pesada. Vários modelos são oferecidos no mercado, normalmente compostos por quadros, diagonais e outros acessórios metálicos, que conectados por encaixes



rápidos, transformam-se em torres. Possuem também bases e suportes reguláveis, que permitem ajustes para qualquer tipo de apoio. Estas torres têm alta capacidade de carga (entre 50 kN e 60 kN). Algumas delas permitem, inclusive, que a montagem seja feita na horizontal.

Mesas voadoras

Sistema de escoramento projetado com treliças de alumínio ou escoras especialmente indicado para obras com grande número de repetição de elementos, preferencialmente planos. As mesas baseadas em treliças podem ser conformadas com até 80 m² (em alguns casos até 120 m²), já as mesas em escoras com até 20 m². Com a



solução, consagrada no segmento de edificações, é possível reduzir o número de mão de obra, já que dispensa desmontagem do escoramento a cada concretagem. A mesa pode ser alocada na etapa subsequente de execução com o auxílio de grua ou guindaste.

Avanços ou balanços sucessivos

Pode ser utilizado na construção de pontes e viadutos em situações onde o apoio de escoramento direto no solo não é permitido ou quando há a necessidade de execução de grandes vãos sem a interdição do trânsito em vias urbanas. Neste sistema, a execução da ponte ou viaduto é feita por seguimentos (aduelas com 4 m a 6 m de comprimento) em balanços. Os carros de



avanço podem ser montados a partir de treliças, de sistemas modulares ou de equipamentos específicos. A solução de fôrma para a aduela é integrada ao carro de avanço. Fonte: Associação Brasileira de Fôrmas e Escoramentos (Abrasfe).