

### Escoramentos

## Força metálica

**Como uma estrutura provisória, o escoramento metálico é dimensionado com base no projeto estrutural e nas cargas de trabalho**

Luciana Tamaki

Edição 178 - Dezembro/2011

Os escoramentos para estruturas de concreto podem ser divididos em dois grandes grupos, de madeira e metálicos. Nas obras de pontes, viadutos, túneis e outras de grande porte, utiliza-se o escoramento metálico, devido à maior resistência e capacidade de suportar grandes cargas. Nas edificações, os dois materiais têm espaço, porém as construtoras adotam, preferencialmente, o escoramento metálico, pela praticidade, controle e, também, por causa dos riscos de trabalhar com madeira - além dos aspectos de segurança, é preciso ainda verificar a procedência.



"Normalmente, sempre optamos por escoramento metálico, é uma diretriz da empresa por questões de qualidade e facilidade", conta José Roberto Cordeiro Leite, gerente de desenvolvimento tecnológico da BKO.

Quem faz o dimensionamento do escoramento geralmente é a empresa fornecedora do produto, com a aprovação do projetista estrutural. "A fornecedora faz um projeto, a construtora o envia ao projetista estrutural e solicita a aprovação para que a obra possa ser escorada daquela forma", explica Leite.

Também há consultores e projetistas específicos para fôrmas e escoramentos, como é o caso de Nilton Nazar, diretor da Hold Engenharia e professor na Escola de Engenharia Mauá. "Nós dimensionamos o escoramento calculando as pressões do concreto na fôrma e as transmissões das cargas para o escoramento", explica Nazar. O dimensionamento da laje considera suas dimensões e espessura. Para as vigas, vale a mesma regra, mas, dependendo da seção, apresentam uma incidência de carga diferente. "Em função da seção da viga, o dimensionamento deve considerar os esforços que venham causar deformações durante e depois da concretagem", salienta Carlos Bobbio, gerente de projetos da Pashal. "Essas deformações, se muito expressivas, poderiam alterar não apenas molde, mas também a própria capacidade da peça, o que nós devemos evitar."

A empresa fornecedora é responsável pelo projeto e deve sempre conversar com o cliente para saber conhecer suas necessidades e detalhes do projeto estrutural. A empresa aponta qual a necessidade de escoramento das lajes, das vigas, se é necessário andaime e outras providências. Por isso, o planejamento do escoramento não é uma atividade isolada, independente das outras soluções da construção. "Deve estar atrelado a todo o processo construtivo imaginado na concepção da estrutura de concreto, ou seja, na escolha do partido estrutural propriamente dito", explica Nazar.



O escoramento pode ser feito com escoras pontuais ou torres de encaixe, com travessas horizontais e diagonais para estabilização

### Escoramentos e tipos de estruturas

Mesmo tratando-se de escoramentos metálicos, alguns componentes do sistema podem ser de madeira, como o garfo que faz o suporte. Em geral, usa-se para escoramento de viga. Também pode-se complementar o sistema de escoramento de lajes, por exemplo, com transversinas e longarinas de madeira (ou metal). Esses elementos são peças horizontais que transmitem as cargas para os escoramentos verticais. As transversinas sustentam o painel da laje, e as longarinas, em sentido transversal àquelas, apoiam-se diretamente no cimbramento metálico. Assim, há diversas conformações possíveis para o escoramento metálico. "Existem os que são apenas cimbramentos metálicos com torres metálicas, outros que são cimbramentos metálicos com longarinas de madeira

ou longarina metálica", resume Nazar. As próprias torres podem ser de encaixe ou multidirecionais, com diagonais metálicas. "Os postes são montantes verticais para cargas axiais, travados por travessas horizontais para estabilizar sua estrutura. Eles têm uma sapata regulável. Já as torres de encaixe são triangulares, e há também as escoras pontuais para escoramento e reescoramento", descreve Carlos Bobbio, gerente de projetos da Pashal.

No entanto, há algumas limitações e critérios para se adotar um tipo ou outro de escoramento. Em relação à altura, por exemplo, há um limite para o cimbramento. "Para um pé-direito maior que 4 m, não se consegue fazer por escoras, é preciso usar torres", explica Leite.

O tipo de escoramento também depende do projeto. O que varia são os pontos de escoramento e até mesmo o tipo de escoramento, ou seja, os próprios sistemas de escoramento são formados por linhas diferentes.

"Para o sistema convencional, escoram-se as vigas e lajes em determinados pontos. Quando se trabalha com laje nervurada, é preciso ter uma linha de escoramento que possibilite a desenforma mais fácil para proporcionar a reutilização", descreve Leite.

Assim, para sistema convencional, explica o gerente, o escoramento é pontual, por escora ou por torre, dimensionadas de acordo com o peso a ser escorado. A linha para escoramento de laje em cubetas é diferente, tem mais acessórios. "Além de trabalhar com escoras, tem barrotes que acabam moldando cubeta por cubeta", explica Leite. Este sistema é um pouco diferente porque possibilita que se retire a cubeta e a utilize voltada para cima, como se fosse uma malha, na dimensão de cada peça. Há casos em que a obra tem um sistema construtivo até o pavimento-tipo e depois outro sistema, por exemplo, laje nervurada nos subsolos e estrutura convencional. Nesses casos podem ser especificadas duas linhas de escoramento, uma para os pavimentos até o térreo e outra para os tipos.



O sistema de escoramento metálico pode incluir alguns componentes de madeira, como as transversinas e longarinas

Quando, ao contrário, é executado o mesmo sistema construtivo desde o começo, trabalha-se com o mesmo equipamento. "São feitos vários projetos por pavimento, avaliando-se o que já existe na obra e o que precisa ser trazido ou devolvido pelo fornecedor. Cada laje terá seu escoramento específico, até os tipos, onde vai se repetir", diz Leite.

### Execução e contratação

Na montagem do escoramento deve-se tomar os cuidados necessários para que seja executado aquilo que está especificado em projeto. Posicionamento, alinhamento e prumo, devem obedecer as disposições exatas do projeto. "Há um cuidado para que as peças estejam niveladas, para que a laje fique em um nível só", explica Leite.

Qualquer que seja o escoramento, não pode ser apoiado diretamente no solo. Neste caso, a sapata, se for regulável, pode fazer o ajuste de altura, que também pode ser feito na própria peça. "O ajuste no escoramento metálico é milimétrico. Trabalhamos em uma cota única, para que a superfície do concreto acabado fique nesta cota e garanta a dimensão projetada", completa Leite.

Conforme a estrutura vai subindo, é preciso fazer o acompanhamento. "Normalmente há uma lista de equipamentos para fazer o escoramento, e quando as lajes vão subindo, comparamos as tabelas do que já existe na obra, o que não tem e será preciso pedir, e o que está sobrando, em função do tempo", diz Leite.

### Escoramento remanescente

O escoramento remanescente é utilizado quando a desforma é executada antes de o concreto atingir o fck. Nesse aspecto há uma polêmica. "Há projetistas estruturais que acreditam que não se deve tirar e reescorar, mas sim manter algumas linhas de escavas, para que em nenhum momento a estrutura fique sem escoramento", resume Nilton Nazar. Ele defende a manutenção de escovas residuais, por problemas de deformação de estrutura, entre outros.

"Quando se mexe precocemente no concreto, pode-se provocar microfissuras na zona de transição do agregado graúdo com a argamassa. E essa zona de transição vai fazer com que o concreto trabalhe, a longo prazo, de forma diferente do que foi calculado. As deformações lentas são maiores nos concretos mexidos precocemente", explica Nazar. Esta questão seria ainda mais crítica com lajes mais espessas, pois seu peso próprio é maior que a sobrecarga com a qual ela foi calculada.

## Produtos e técnicas



### Metax

Os barrotes da Metax (perfil PU 80) variam entre 1,65 m e 4 m, enquanto as longarinas (Perfil PU 140) variam de 2 m a 4 m. Os dois modelos de escora pontual oferecem carga admissível de 991 a 1.800 kgf/m<sup>2</sup> para o modelo EPM 450 e de 1.148 a 2.250 kgf/m<sup>2</sup> para o EPM 320. A regulagem de altura é de 2 m a 3,20 m (EPM 320) e 3 m a 4,50 m (EPM 450). Já a regulagem na flauta é de 10 cm em 10 cm e o copo de regulagem de alta resistência é de 10 cm em curso. Os painéis com largura de 1,20 m têm comprimento de 0,98 m, 1,23 m, 1,48 m e 1,98 m.

Metax

(19) 3729-6000

[www.metax.com.br](http://www.metax.com.br)

### Estub

O sistema de torres Palestub é composto por diversas peças como montante, triângulo, diagonal, travessa de união e forçado simples (garfo de 10 cm), duplo (garfo 17 cm) e triplo (garfo 27 cm). Suporta cargas axiais de até 5 tf por poste. O diâmetro do tubo montante é de 48 mm e a espessura da parede do tubo é de 3,35 mm.

Estub

(21) 2472-7200

[www.estub.com.br](http://www.estub.com.br)



### Mecan



O sistema de escoramento da Mecan possui escoras de 2 m a 4,5 m, com capacidade de carga que varia entre 1.500 kgf e 750 kgf. Seu peso também varia entre 12 kg e 20 kg. Uma vez posicionado o equipamento, basta um ajuste para atingir a altura necessária, sem adição de acessórios. Pode ser usado em lajes convencionais planas, nervuradas, treliçadas e em vigas.

Mecan

(31) 3629-4000

[www.mecan.com.br](http://www.mecan.com.br)

### Mills

O Alumills é um sistema de escoramento de alumínio capaz de sustentar até 14 t por poste. A menor concentração de peças necessárias à montagem proporciona elevada produtividade. O produto permite a montagem do sistema na horizontal e seu posterior içamento com guias ou guindastes. Depois de erguidas, as torres do sistema podem ser movimentadas livremente para outras etapas da obra.

Mills

(21) 2123-3700

[www.mills.com.br](http://www.mills.com.br)





### Ulma

O Cimbra G possui um número reduzido de peças, quadro, travessa, placa de base, cabeçal e haste, para minimizar o número de apoios verticais portantes. Proporciona montagem de plataformas fixas e extensíveis, e pode executar estruturas das mais diversas conformações. Com diferentes travessas e distâncias entre torres, pode se adaptar a diversas fôrmas horizontais.

Ulma Construcción

(11) 3883-1300

[www.ulma-c.com.br](http://www.ulma-c.com.br)

### SH

Composto de torres com travessas e diagonais unidas por rosetas e modulação a cada 50 cm, o Modex SH pode ser montado em qualquer dimensão, e suas travessas fixadas em qualquer direção. Pode ser montado em formas circulares e poligonais, facilitando a distribuição de carga. O sistema de encaixes das travessas e diagonais confere estabilidade ao conjunto e permite que a torre seja montada na horizontal e içada por grua até o seu posicionamento final.

SH Fôrmas, Andaimos e Escoramentos

0800-282-2125

[www.sh.com.br](http://www.sh.com.br)



### Vigatec

Utilizado para escoramento de lajes e vigas, para pequenas a grandes alturas, o sistema Torretec é composto de quadros modulados, perfis principais e secundários. Sua capacidade de carga é de 10 tf por ponto de apoio da torre para alturas de até 3 m. O rendimento da montagem é de 23 m<sup>2</sup>/dia para alturas de até 3 m, deixando a ponto de concretagem.

Vigatec

(11) 2455-1577

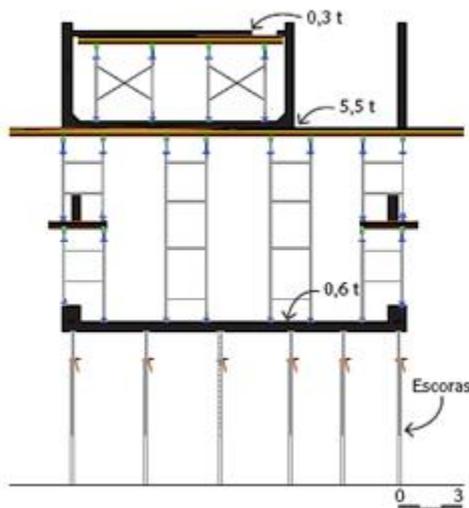
[www.vigatec.com.br](http://www.vigatec.com.br)

### Pashal

As peças que compõem o sistema Multidirecional da Pashal dispõem de rosetas soldadas a cada 50 cm, que permitem melhor conexão entre os elementos, diminui o tempo de montagem e desmontagem, garante segurança e maior capacidade de carga. As torres, travadas a 2 m de altura, suportam 4 t por poste. O sistema é travado por travessas horizontais em diversas medidas e diagonalizado, para evitar que a estrutura se mova.

Pashal





Corte típico de abertura, no qual se vê, de cima para baixo, uma caixa d'água com cimbramento metálico, laje com cimbramento e, abaixo, escoras remanescentes (reescoras). O projetista de escoramento recebe as plantas do projetista estrutural e calcula as cargas de cada pavimento. A partir daí, ele faz o dimensionamento do escoramento, especificando os espaçamentos, tipo de escoramento etc.

Geralmente faz parte do acordo que a empresa fornecedora disponibilize um profissional, como um engenheiro de obras, para auxiliar na montagem e desmontagem do escoramento.

Na contratação, além de se incluir o acompanhamento desse especialista e o projeto de montagem, também devem constar "os custos de reposição de peças danificadas, as formas de recebimento dos materiais, as condições de acondicionamento na obra, a sua utilização de modo que não se danifique os equipamentos, o estado das peças quando entregues, tais como condições e estado das soldas, peças amassadas etc.", sugere Nilton Nazar. É aconselhável, na contratação, estudar bem a gestão do tempo do escoramento, pois qualquer atraso é de responsabilidade da obra. Por outro lado, qualquer deformação na estrutura por conta de mau dimensionamento do escoramento é de responsabilidade do projetista.

Indenizações por mau uso das peças, quebras, perdas etc. são comuns, o que acaba afetando o custo da obra. Essas questões devem ser trabalhadas com treinamento de mão

de obra, o que inclusive vem sendo um ponto-chave para muitas outras questões de desempenho na construção civil como um todo. O treinamento para montagem de escoramento não é muito complicado, a não ser em casos específicos, como pés-direitos grandes, e em obras de infraestrutura, que têm alturas maiores.

"Às vezes fica muito material parado na obra, é preciso haver uma gestão para deslocar e devolver os materiais", ressalta Leite. A gestão da qualidade, por sua vez, deve ser acompanhada por uma gestão de custos.

Um ponto ainda não resolvido é a falta de um projeto completo de escoramento antes da contratação. Entre a concorrência e a contratação, o custo pode variar. "A maioria das empresas não faz um projeto, mas uma estimativa", explica Leite. "Há muitos fatores que podem influenciar o valor do escoramento, como os níveis do terreno, as etapas de execução, como vão ser executadas as lajes, a sequência de execução, enfim, uma série de variáveis que não são consideradas nas estimativas."