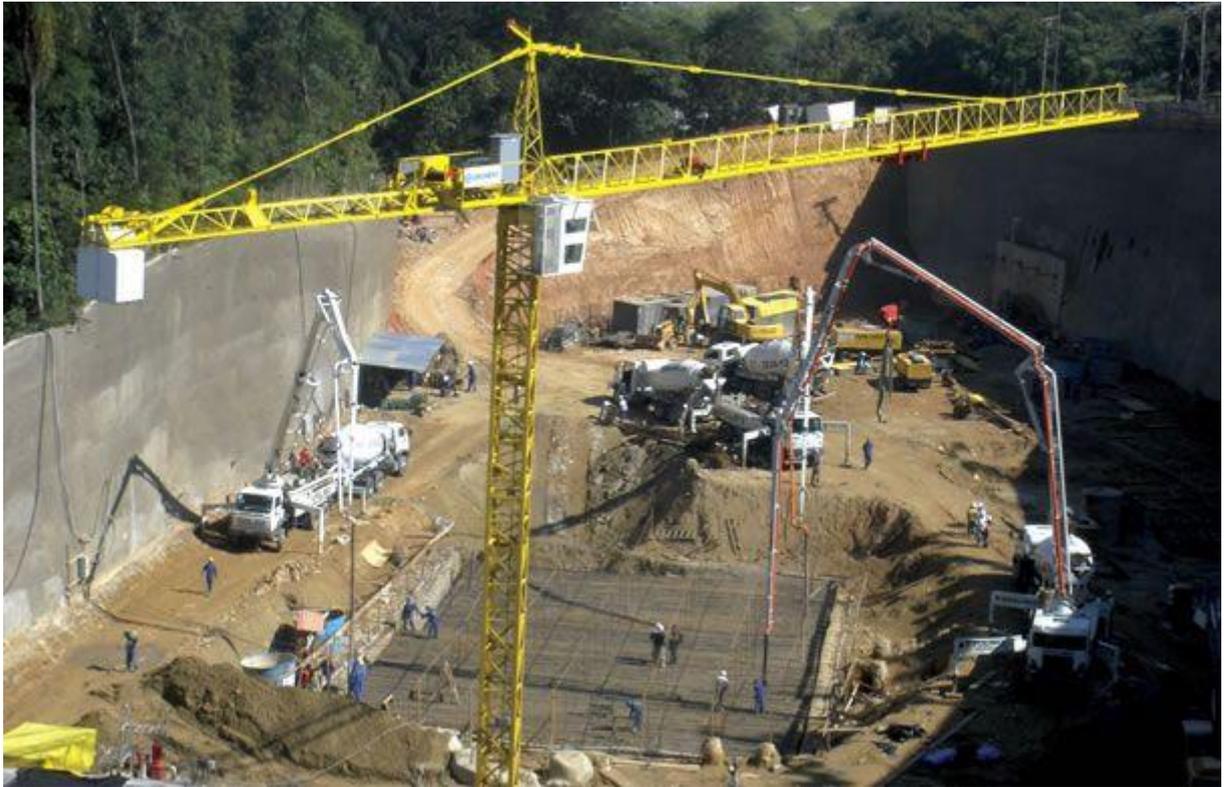


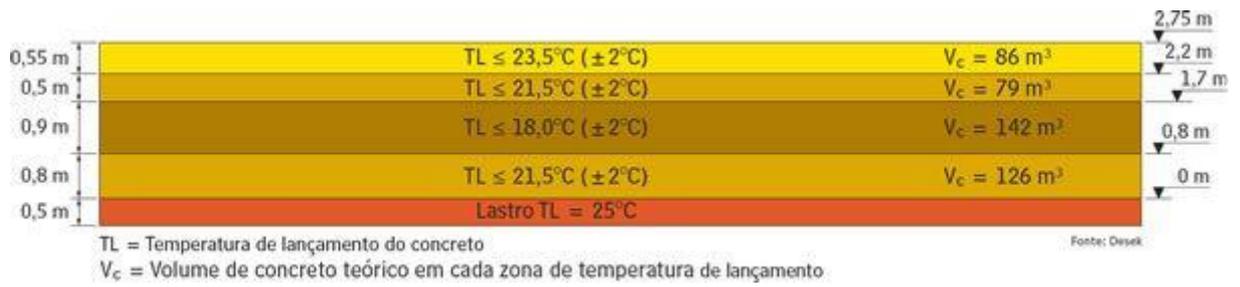
Execução de grandes blocos de fundação exige cuidados no traço do concreto e planejamento logístico rigoroso

Téchne - Edição 200 - Novembro/2013



As chamadas sapatas associadas são indicadas quando as cargas estruturais são muito altas em relação à tensão admissível do solo ou nos casos em que existe superposição de áreas de sapatas vizinhas. A execução de grandes blocos de concreto de fundação direta é particularmente recomendável em projetos que prevejam distâncias menores entre pilares. Nessa condição, agregar mais de um pilar em uma mesma sapata é técnica e economicamente mais vantajoso do que projetar sapatas individuais.

"Quando o projeto prevê pilares com curta distância entre eles, o ideal é pensar em sapatas associadas de modo a impedir as interferências entre esses elementos isolados", explica Milton Golombek, sócio-diretor da Consultrix. "Por isso, o projeto desses elementos construtivos deve levar em conta a interação entre pilares. O projetista de fundações deve observar como considerar a atuação simultânea das cargas dos diversos pilares", completa Luis Fernando de Seixas Neves, engenheiro da Cepollina Engenheiros Consultores.



Exemplo de estudo de zoneamento das temperaturas do concreto no lançamento de cada camada



Detalhe da montagem da armadura de um bloco de grandes dimensões

Quanto maior for a altura do bloco, maior será o tempo de dissipação do calor gerado pelo concreto para o meio ambiente e para o solo. "Principalmente no centro do bloco e a 1 m de altura, consideradas as situações mais críticas", diz o consultor Selmo Kuperman, diretor da Desek, lembrando que em estruturas com grandes volumes podem ocorrer elevadas tensões de origem térmica. Esse fenômeno é causado pelas reações de hidratação do cimento, gerando calor que terá dificuldade de se dissipar, em razão das dimensões da estrutura. "Durante o arrefecimento da temperatura do concreto podem surgir tensões de tração que, se forem superiores à resistência à tração do material, poderão provocar fissuras no bloco."



Sapatas de grandes dimensões, mas independentes entre si

Assim como o emprego do gelo, o uso de adições e outros produtos para reduzir o calor de hidratação deve ser uma decisão técnico-econômica, pois gerará custos adicionais à obra. "O custo do concreto ficará maior", lembra Kuperman, observando que é possível equalizar a necessidade de resfriamento da mistura de acordo com as fases de lançamento. "É viável estudar o zoneamento das temperaturas do concreto. A camada próxima ao solo, por exemplo, é a mais crítica e deve receber maior atenção. O ideal é que todas as etapas sejam concretadas com a menor temperatura possível, o que aumenta a margem de segurança da execução", explica.

Cuidados no processo

Resfriamento do concreto

A principal medida a ser tomada na execução de grandes blocos de fundação é a redução da temperatura de lançamento do concreto com a substituição total ou parcial da água da dosagem por gelo na mistura. "De acordo com algumas normas americanas, para qualquer sapata com altura superior a 1 m é aconselhável usar gelo no concreto ou usar concreto resfriado", lembra Daniel Franco da Silva, do laboratório Falcão Bauer. Em geral, o gelo deve ser moído e ficar à disposição da central dosadora em caminhões frigoríficos e só deve ser colocado no caminhão betoneira momentos antes da carga, com acompanhamento de um profissional capacitado.



Cuidados com o traço

Além do resfriamento da água, é altamente recomendado o uso de cimentos com baixo calor de hidratação, como o CPIII. De acordo com Daniel Franco da Silva, do laboratório Falcão Bauer, outra solução indicada é a redução do teor de agregado fino da massa. "Quanto mais areia, maior será a quantidade de água necessária na composição e, conseqüentemente, de cimento", diz. Em alguns casos, também é recomendável o resfriamento dos agregados graúdos com água gelada. "A brita absorve calor excessiva e rapidamente", explica. Como geralmente o concreto usado nesse tipo de fundação possui resistências de 30 MPa a 50 MPa, a elaboração do traço acaba exigindo consumo elevado de cimento, aumentando assim o calor de hidratação da massa. Para diminuir o calor de hidratação inicial (e ainda, de quebra, aumentar a resistência final da massa), uma alternativa é usar adições como sílica ativa, metacaulim ou qualquer outro material aglomerante capaz de trabalhar como substituto do cimento. "Também podem ser usados nitrogênio líquido e aditivos retardadores de pegas na composição. Mas é fundamental que esses concretos sejam curados adequadamente", observa Arcindo Vaquero y Mayor, presidente da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (Abesc).



Avaliação e tratamento das fissuras

Caso o concreto não tenha sido corretamente resfriado, as fissuras poderão ser percebidas já a partir do segundo dia após a concretagem. Vale ressaltar que nem todas as fissuras são relevantes. No entanto, mesmo que superficiais, devem ser investigadas. Caso estejam expostas a ambientes agressivos e atinjam a armadura de aço, devem ser preenchidas com argamassa polimérica a fim de evitar possíveis danos à estrutura.



Em caso de fissuras importantes, que "atravessem" o bloco, os reparos são obrigatórios. "Esse tipo de fissura fragiliza a fundação, podendo ocasionar cisalhamento e ruptura do concreto. Recalques da estrutura podem gerar fissuras nos andares superiores da edificação", lembra Gabriel Meibach Meneghin, gerente de obras da Brookfield Incorporações. Na correção do problema, deve-se aplicar produtos que restabelecerão a integridade e monoliticidade da estrutura, tais como epóxi ou poliuretano estrutural. De acordo com especialistas, o custo da correção pode chegar a até 20% do valor gasto na execução do bloco de concreto. "Por isso, compensa muito mais investir em um estudo prévio bem detalhado", acredita Kuperman. Já a correção do traço do concreto na obra é muito mais difícil e quase raramente indicada. "Dependendo do traço, é até possível colocar mais gelo ou aditivo,



mas o ideal é sempre contar com a orientação do consultor envolvido ou então devolver o caminhão", alerta o engenheiro da Brookfield.

Interrupção na concretagem

Quando ocorrer esse tipo de imprevisto, será preciso preparar a superfície do concreto antes do lançamento da camada seguinte. Essa preparação pode ser feita por meio da técnica de corte verde, quando o concreto, próximo à fase final de endurecimento, recebe um jato d'água com pressão de 7 kgf/cm² a 8 kgf/cm² para remoção da nata da superfície e, depois de dois dias, é limpo com água. "É possível também deixá-lo na horizontal e, antes do início da próxima concretagem, submeter sua superfície ao processo de apicoamento para a retirada da nata e da sujeira. Em obras mais sofisticadas, como em barragens, é comum o uso de jatos d'água de alta pressão sobre o concreto endurecido para executar essa tarefa", explica Kuperman, da consultoria Desek.



Canteiro preparado

Dependendo da dimensão do bloco executado, é recomendável prever espaço para a circulação de guindastes de pequeno ou médio porte para o transporte das armaduras até o local onde será executado o bloco. "O aço já chega cortado e dobrado à obra, mas quando são necessárias grandes dimensões, é praticamente impossível carregá-los para dentro do canteiro. Por isso, o ideal é prever também um espaço para alocar uma fábrica para cortá-los e dobrá-los conforme a necessidade de projeto", explica Meneghin, engenheiro da Brookfield. As rampas de acesso também devem ser planejadas de modo a permitir a entrada e a saída dos caminhões betoneiras, que circularão em grande rotatividade pela obra. "A situação mais confortável é contar com duas rampas de acesso, uma para entrada e outra para a saída dos caminhões." Local, dia e hora para estacionar os caminhões na obra são informações que precisam ser coletadas.



O melhor cenário é começar o lançamento do concreto muito cedo, a partir das 6h ou 7h, quando a temperatura ambiente ainda está mais baixa. "Mas em algumas cidades, como Santos (litoral paulista), por exemplo, o serviço em ruas centrais às vezes só pode ser liberado às 9h. Algumas cidades também não permitem que as betoneiras fiquem nas ruas quando o trânsito é intenso", conta Kuperman, da consultoria Desek.

Depois de definir o traço mais indicado para cada projeto, o próximo passo será determinar os gradientes térmicos, ou seja, a evolução das temperaturas do concreto desde o lançamento até sua estabilização com o ambiente. A evolução das temperaturas do concreto lançado deve ser acompanhada em obra, com termômetros especiais.

O estudo prévio da concretagem deve apontar o número de etapas de lançamentos de concreto. "Muitas vezes será feita em várias etapas, mas pode ser feita em uma fase só", afirma Kuperman. Se a opção for pelo lançamento único e contínuo, é preciso garantir com a concreteira o fornecimento ininterrupto do concreto. "Essa operação demandará dezenas de caminhões envolvidos na obra e, dependendo da cidade, pode não haver fornecedores locais capazes de garantir a entrega do volume necessário", observa o engenheiro. "A construtora pode até optar por envolver duas ou mais concreteiras, mas a responsabilidade pela qualidade do produto final ficará diluída entre as empresas e o controle tecnológico será mais complexo", completa.

A parada não planejada por falta de concreto no canteiro pode ocasionar problemas de aderências entre as juntas das camadas de concretagem, o que pode diminuir a vida útil da estrutura da fundação. "A logística e planejamento devem ser elaborados privilegiando a manutenção do fluxo constante e sem interrupções da concretagem. Mas em cidades como São Paulo, por exemplo, o trânsito pode atrapalhar esse processo", observa Daniel Franco da Silva, gerente de unidade do laboratório Falcão Bauer.