téchne
www.revistatechne.com.br

IMPRIMIR

REPORTAGEM

Pré-moldados

» Logística pré-fabricada

Shopping executado com estrutura pré-fabricada em Osasco (SP) conta com mais de dois mil tipos de peças, entre pilares, vigas, lajes e telhas de concreto

Por Renato Faria

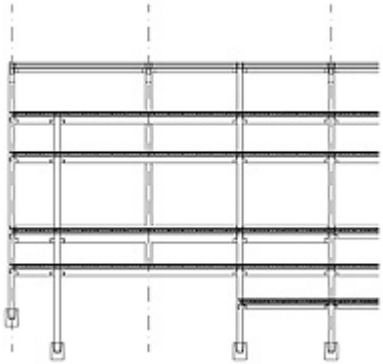
Está prevista para o próximo mês de abril a inauguração do Shopping União de Osasco, novo empreendimento do Grupo Savoy na cidade da região metropolitana de São Paulo. Em fase final de obras, o edifício que conta com 250 mil m² de lajes (incluindo cobertura) ostenta, segundo a empresa executora da estrutura, o título de maior estrutura pré-moldada contínua do País.

"É uma obra extensa, que cobre cerca de 700 m entre a avenida dos Autonomistas e a rua Hilário Pereira de Souza", afirma Nelson Ribeiro, diretor da King Stone, empresa responsável pela fabricação e pela montagem da estrutura. Apesar do ineditismo da obra e da grandiosidade dos números, o comportamento estrutural da construção não difere das edificações pré-moldadas tradicionais. "Não há diferenças entre elas", explica José Laginha, projetista responsável pela estrutura do shopping.

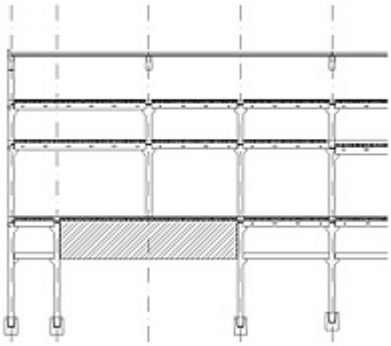
Espaço disponível no canteiro não foi suficiente para estocar as peças pré-fabricadas utilizadas na estrutura, exigindo aluguel de um terreno próximo para receber temporariamente os elementos

O grande desafio do empreendimento, conta Ribeiro, foi planejar a logística de transporte e estoque das peças. Durante os 14 meses de obras, a fábrica dedicou-se exclusivamente e em tempo integral à produção de elementos estruturais para a obra. "Para abastecer o canteiro, as equipes trabalhavam 24 horas por dia, divididas em três turnos", explica o diretor da King Stone. Ao todo, revela Laginha, foram produzidos cerca de 24 mil elementos pré-fabricados, separados em dois mil tipos de peças, entre pilares, vigas, lajes, telhas, entre outros.

"Para uma obra desse porte, é um desafio logístico colocar tantos elementos no cronograma certo, na sequência certa, nas carretas certas, os estoques na posição correta", diz Ribeiro. Diariamente, 20 caminhões saíam carregados da fábrica e percorriam os 3 km que a separam do canteiro. Com a evolução da montagem da estrutura e necessidade de espaço no canteiro para movimentação de terra, foi necessário alugar um terreno em frente ao canteiro para estocar temporariamente os componentes da estrutura.



Quatro vigas de transição e um pilar moldado "in loco" trabalham em conjunto para redistribuir as cargas próprias e da região da cobertura para pilares contíguos



Viga moldada "in loco" de 3,65 m de altura e cobrindo vão de 16 m viabilizou a utilização das lajes dos pavimentos superiores

Estrutura

Apesar de o shopping ocupar uma área horizontal extensa, alguns segmentos da construção contam com até cinco pavimentos, entre áreas de lojas, circulação dos clientes e estacionamentos. Uma premissa do projeto arquitetônico, conta Ribeiro, era a de que se utilizassem pilares esbeltos, de seção 50 cm x 50 cm. Portanto, na confecção desses elementos pré-fabricados, foi determinada a utilização de concreto de alto desempenho (CAD) com 50 MPa de resistência à compressão. Nas vigas, foi empregado um concreto com resistência um pouco menor, de fck 40 MPa.

Para executar mais rapidamente esses trechos da estrutura, também se optou pela confecção e montagem de pilares monolíticos de 25 m de altura. O pilar único proporcionou redução no cronograma da obra, com a queima de etapas intermediárias. Assim, não seria necessário executar emendas entre elementos pré-fabricados - processo que exigiria mais tempo para acertar o prumo dos pilares. Segundo Ribeiro, isso poderia levar até 24 horas, antes que se pudesse proceder à montagem do restante da estrutura.

No entanto, Nelson Ribeiro garante que a montagem da peça não é tarefa simples. "Trata-se de um elemento longo e pesado, com cerca de 20 t", afirma. "Para transportá-las, mobilizávamos sempre dois guindastes, um segurando o topo e outro, o 'pé' do pilar". Além da movimentação no próprio canteiro, o transporte entre a fábrica e a obra também foi difícil. "Eu só consegui trabalhar com essa solução porque a obra fica em Osasco. Se fosse no meio da cidade de São Paulo, seria impossível", afirma o diretor da King Stone.

As lajes do shopping são alveolares e protendidas. As peças são solidarizadas com uma capa de concreto de 5 cm de espessura. Na região da área de circulação dos clientes, as lajes cobrem um vão de 12,5 m e apresentam cerca de 30 cm de altura. Na região das lojas menores e das âncoras, a altura das lajes é de 25 cm, cobrindo vãos de 8,0 m. Nos estacionamentos, a altura das lajes é de 20 cm e vãos também de 8,0 m.

Um desafio na fase de concepção da estrutura foi a necessidade de eliminar dois pilares, em regiões opostas do edifício, para viabilizar a construção de uma passagem no subsolo para circulação de caminhões. Em um dos lados, região com carregamento menor, vigas de transição pré-moldadas de 16 m de comprimento redistribuem, em conjunto, as cargas de três pavimentos de estacionamento, um de lojas e do pilar da cobertura para os pilares laterais. Funcionando como uma grande escora, um pilar moldado "in loco", exatamente no meio dessas vigas, com concreto de fck 40 MPa, tem a função de distribuir verticalmente as cargas entre os elementos horizontais.

Do outro lado, de carregamento maior, foi necessário moldar "in loco" uma viga de 3,64 m de altura, que cobria todo o nível do estacionamento inferior do shopping. "Se fossem utilizadas vigas pré-moldadas, como do lado oposto, seria necessário dimensioná-las com alturas da ordem de 1,30 m a 1,40 m, que inviabilizariam a utilização dos demais pavimentos de lojas e estacionamentos", explica Laginha.

BIM

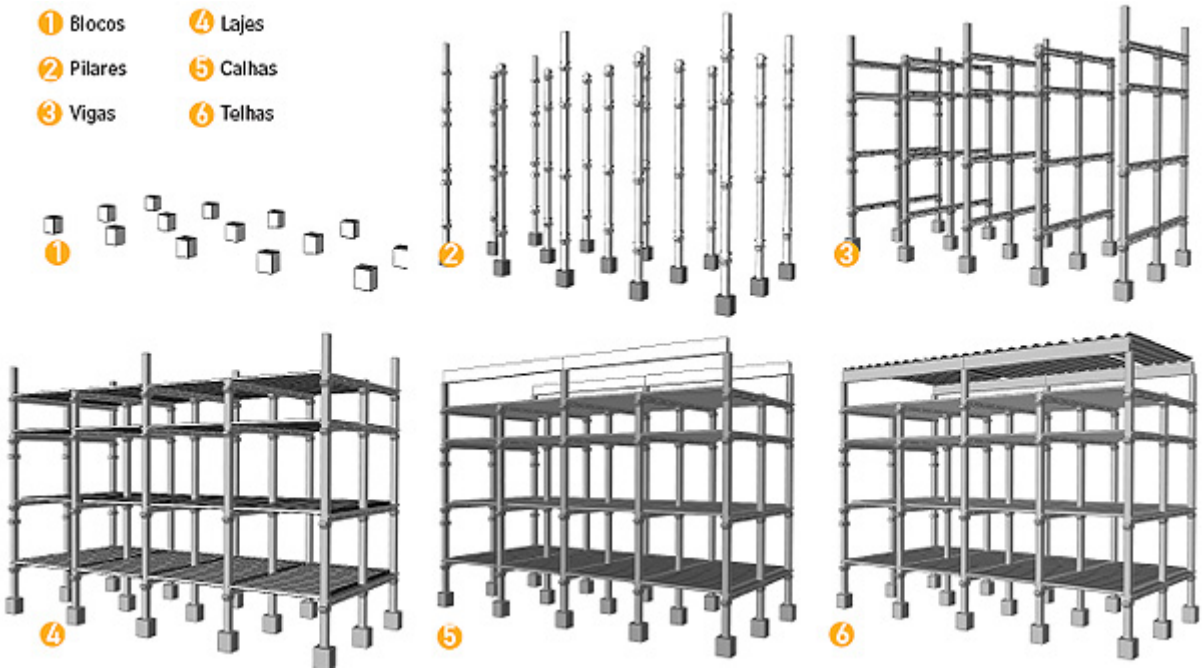
O projeto estrutural do shopping foi elaborado pela empresa GTP, escritório de José Laginha, com ferramenta BIM (Building Information Modeling). De acordo com o projetista, o software foi adquirido em 2006, e essa obra foi a primeira do escritório a empregar a tecnologia. "A ideia era melhorar a produtividade das equipes da empresa", explica o engenheiro. Mesmo com treinamento e aprendizagem ocorrendo durante a elaboração do projeto, o calculista observou uma redução no tempo necessário para produzir os documentos. "Não foram feitas mensurações precisas, mas creio que nossa produtividade aumentou entre 5% e 10%", estima Laginha.

Comparação entre o ambiente projetado em 3D e sua configuração final, já executada

O engenheiro destaca, entre as vantagens do uso do BIM nessa obra, a melhor organização dos milhares de tipos de peças empregadas na estrutura, com a minimização dos erros de projeto. Além disso, houve a possibilidade de mostrar ao cliente uma previsão em 3D de como ficaria a estrutura finalizada do shopping. Mas Laginha acredita que os ganhos seriam melhores se outros envolvidos no projeto também utilizassem softwares do tipo. "Nesse caso, o BIM foi usado apenas internamente. Se todos os elos da cadeia o utilizassem, os ganhos seriam maiores", conclui o engenheiro.

As etapas de montagem

Sequência básica de montagem, gerada pelo software BIM utilizado na elaboração do projeto estrutural



Ordem alterada

Quando o contrato entre o Grupo Savoy e a King Stone foi assinado, em dezembro de 2006, a fornecedora e executora dos pré-moldados não tinha nem uma fábrica onde pudesse confeccionar as peças. Explica-se: os donos da empresa haviam acabado de sair de outra fábrica de pré-moldados, agora concorrente. Foi apenas em janeiro de 2007 que suas instalações começaram a ser montadas, transcorrendo até maio daquele ano. "A localização da fábrica foi determinada para atender especificamente essa obra", conta Nelson Ribeiro, da King Stone. Durante 14 meses de execução, a empresa atendeu exclusivamente o shopping, produzindo primeiro as lajes - elemento produzido com maior repetitividade para a obra - e depois os pilares e vigas, de confecção com maior variação de detalhes.

Conteúdo online exclusivo:

>>> Clique aqui e confira simulações estruturais feitas em sistema BIM (Building Information Modeling) comparadas com fotos da obra concluída