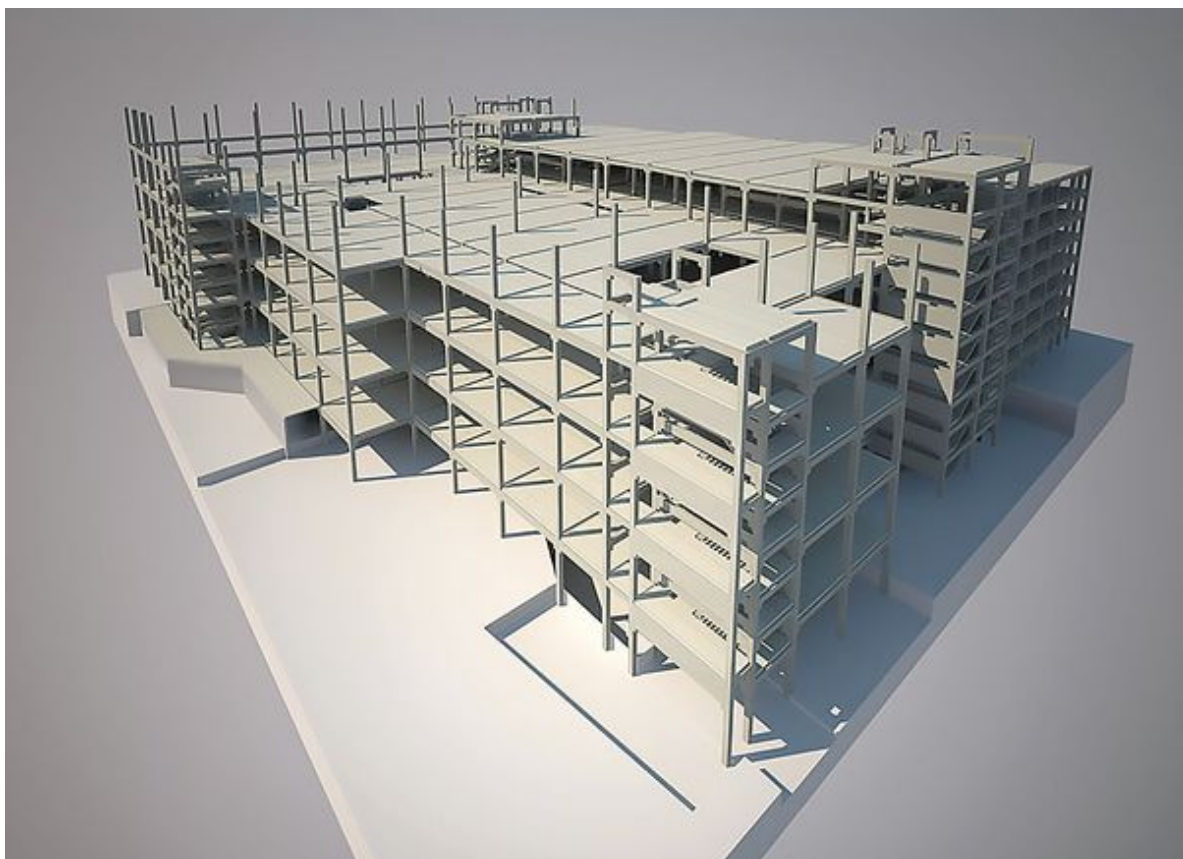


Modelagem 3D para pré-fabricados

Tecnologia agrega precisão e agilidade à execução de obras com vigas; lajes e painéis pré-fabricados de concreto. Mesmo assim; ainda tem uso incipiente no Brasil

Por Juliana Nakamura

Edição 221 - Agosto/2015



Desde que desembarcou no Brasil, o Building Information Modeling (BIM) vem conquistando espaço principalmente por facilitar a compatibilização de projetos e a gestão da obra nos canteiros. Por razões naturais, arquitetura e projeto de estruturas foram as disciplinas que primeiro avançaram na utilização do modelo 3D. Na esteira desse desenvolvimento, começaram a ser desenvolvidos projetos com sistemas construtivos industrializados, em especial com vigas, lajes e painéis de concreto pré-fabricados.

O que motiva tais iniciativas é, principalmente, a busca por produtividade e confiabilidade. Por ser uma ferramenta multidisciplinar na qual o projeto pode ser compartilhado por projetistas de várias disciplinas, o BIM evita interferências e possibilita uma visualização mais clara dos conflitos em regiões críticas do detalhamento. Além disso, por ser parametrizada, permite que, em caso de correções, os detalhes de pontos em comuns sejam atualizados simultaneamente. Estudos realizados nos Estados Unidos e citados na tese de mestrado da engenheira Luciana El Debs, defendida no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), mostram que a modelagem em BIM chega a ser 58% mais produtiva do que o processo tradicional em 2D.

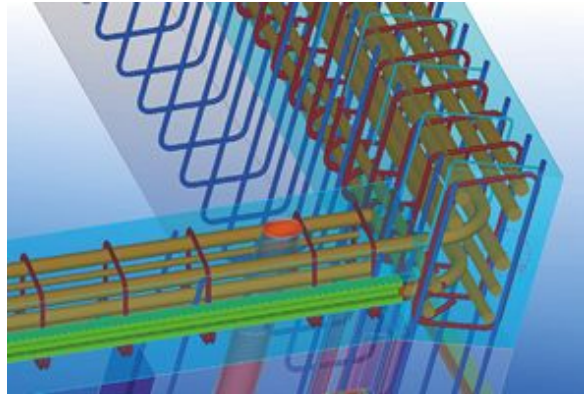
Verificações ampliadas

A adoção de elementos pré-fabricados em uma obra requer projetos de estrutura e de arquitetura compatibilizados e com alto controle de execução para garantir que todos os sistemas possam ser executados

com precisão. Nesse tipo de obra industrializada, qualquer desvio pode levar a perdas significativas de material e a retrabalhos. "Introduzir o BIM faz todo o sentido, já que permite verificar as interfaces entre os sistemas construtivos, solucionar os conflitos e garantir um projeto de alta qualidade para execução. Além disso, é possível enviar as informações do modelo 3D diretamente para máquinas CNC que irão produzir os elementos pré-fabricados", acrescenta Joyce Delatorre, coordenadora do Núcleo BIM da Método Engenharia.



Quando utilizado em conjunto por todos os profissionais envolvidos com a concepção dos projetos, o BIM oferece a possibilidade de prever interferências entre instalações e com as estruturas



Sistema de modelagem 3D permite prever quais serão as deformações às quais a estrutura estará sujeita, auxiliando na concepção de elementos de ligação e reforço

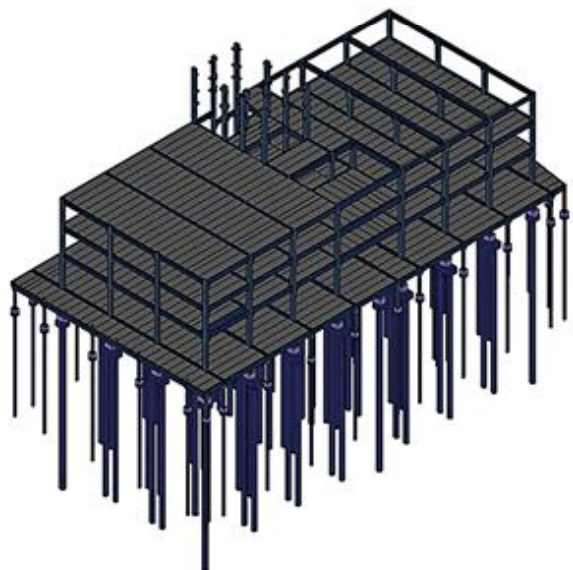
Quando integrado ao software de planejamento, o BIM pode ser útil também para visualizar o desenvolvimento da obra ao longo do tempo, estudar a sequência construtiva previamente e otimizar a logística de canteiro. Marcelo Pulcinelli, diretor de engenharia da Matec, conta que em obras com pré-fabricados de concreto, a modelagem é um apoio importante para a logística de canteiro. Também ajuda a programar com mais precisão a entrega dos pré-fabricados, tornando a execução da obra uma sequência de montagem ordenada. "Em obras com alto grau de industrialização, a modelagem pode ser decisiva no dimensionamento e na operação dos equipamentos de movimentação, bem como na programação de entrega dos pré-fabricados", acrescenta Pulcinelli.

Segundo ele, o nível de detalhamento dos encaixes entre a estrutura e os painéis de fachada obtido com o BIM é muito mais profundo, o que se reflete em ganho de qualidade e de produtividade. Outra particularidade da modelagem é a pormenorização estrutural possível de alcançar, especialmente em relação às armaduras, aos espaçamentos e às sobreposições dos vergalhões. Isso, além de garantir um projeto mais enxuto, ajuda a agilizar a composição de orçamentos.

Iniciativas pontuais

Mas a despeito de todos esses ganhos em potencial, a utilização do BIM em projetos com elementos pré-fabricados é incipiente no Brasil. "Ainda não há nada corriqueiro e todos os projetos são iniciais ou experimentais", analisa Marcus Granadeiro, engenheiro sócio-diretor da empresa de consultoria ConstruBim. Segundo ele, a maioria dos projetos ainda foca em usar a metodologia para compatibilização, levantamento de quantitativo e planejamento.

O avanço das aplicações passa necessariamente por uma mudança de visão em relação aos projetos. "Hoje, o lançamento no sistema BIM é feito depois dos projetos prontos para a sua verificação, e não para o desenvolvimento e as emissões de desenhos", revela o engenheiro Carlos



Compatibilização de projetos durante concepção proporcionada por sistemas como o BIM auxilia na redução de prazos executivos

Melo, projetista de estruturas e diretor-adjunto para a área de pré-moldados da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece).

Para Melo, outro limitador é o fato de os fabricantes de pré-fabricados ainda não estarem plenamente familiarizados com projetos que usam a linguagem BIM. "Há iniciativas isoladas, mas as empresas precisam investir em programas e equipamentos e isso não tem acontecido", lamenta.

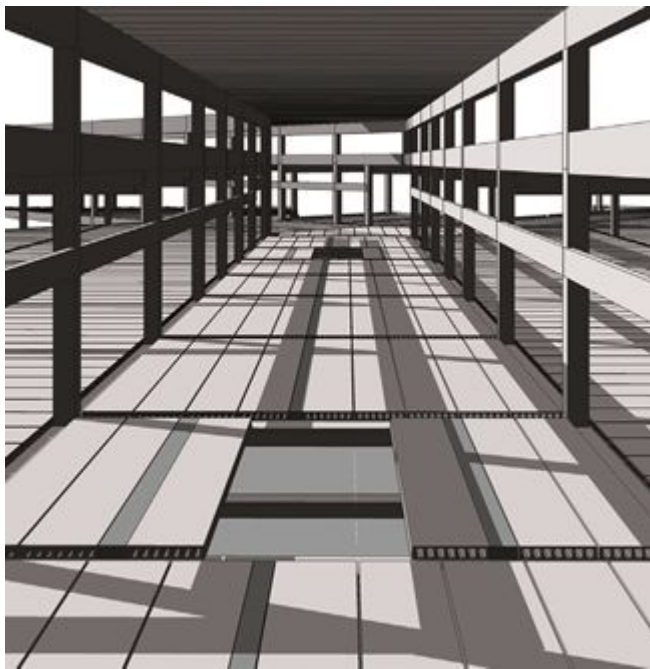
Teoricamente, a exploração de todas as potencialidades do BIM só é obtida quando o projeto nasce como BIM e todas as especialidades também são projetadas com esse conceito. "O BIM é uma nova cultura, uma nova maneira de pensar e fazer, é uma inovação radical. Quem não incluir este contexto na vida de suas empresas num futuro não muito longínquo enfrentará dificuldades. Por outro lado, por se tratar de uma nova cultura, sua assimilação e implementação é gradual", comenta a engenheira Íria Lícia Oliva Doniak, presidente-executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada do Concreto (Abcic). Ela conta que a sondagem feita pela Fundação Getúlio Vargas em 2014, por encomenda da Abcic, identificou que 18,6% das associadas da entidade implantaram a ferramenta BIM nas suas organizações. O mesmo levantamento mostrou que 27,9% dos associados planejam adotar a ferramenta nos próximos dois anos.

Aspectos críticos

O projeto de estruturas concebido no BIM, seja quando utiliza elementos moldados in loco, seja quando recorre a sistemas industrializados, possibilita um salto considerável de produtividade em comparação às metodologias tradicionais, nas quais se perde muito tempo, por exemplo, para introduzir os dados no programa. Mas há ressalvas. Quem migra para a plataforma precisa ficar atento para evitar alguns equívocos, como a não atualização do modelo em casos de alteração da obra. "É fundamental que se respeite a hierarquia de geração e gestão de informações, ou seja, o modelo deve ser atualizado e a partir disso plantas, cortes e detalhamentos são gerados. Dessa maneira os projetos empregados em campo e na produção refletirão a mesma informação", destaca Íria. Ela cita também a necessidade de se verificar a veracidade das informações obtidas a partir do modelo importado via Industry Foundation Classes (IFC), no caso da análise estrutural ou de verificação de interfaces com instalações e outros subsistemas construtivos.

Falhas podem decorrer, ainda, da falta de familiaridade com uma ferramenta que é nova. "Por isso, um investimento importante e necessário é o da formação dos profissionais para poderem operar nesse contexto", recomenda a presidente da Abcic.

Melo, da Abece, alerta para o equívoco, que considera comum entre os projetistas, de imaginar que os desenhos 2D perderão sua função. "Continuam a desempenhar o papel de base de concepção do projeto", assegura. Nesse formato, enquanto desenhar em 2D era uma atividade que projetistas podiam fazer, a modelagem 3D, ilustra Melo, precisa ser feita por engenheiros com poder de decisão.



Em 2009, a concepção estrutural do Shopping União, em Osasco (SP), foi feita em BIM. À ocasião, o projetista afirmou que a produtividade foi entre 5% e 10% melhor, especialmente devido ao fato de o sistema ter ajudado na organização dos diversos tipos de peças empregadas na estrutura. Outro destaque apontado foi a possibilidade de mostrar ao cliente uma previsão em 3D de como ficaria a estrutura finalizada

Outro erro, aponta Melo, é imaginar que tudo estará pronto instantaneamente. "A fase de lançamento dos dados requer um tempo inicial maior do engenheiro, interferindo na relação entre os profissionais de projeto", pondera. Em termos, a implantação do BIM implica mais tempo de desenvolvimento e investimentos no início do processo. Por isso, para que os resultados sejam positivos, todas as disciplinas devem trabalhar juntas, simultaneamente.

Um desafio posto a projetistas, construtores e à indústria de pré-fabricados é a verticalização das atividades dos fornecedores de software. "Temos um terreno movediço que é a disputa entre as grandes empresas que buscam uma verticalização sobre o controle das diversas disciplinas. Isso nitidamente não é viável, pois cada área tem a sua expertise", comenta o engenheiro de estruturas Carlos Franco, diretor da Cal-Fac Consultoria. "Além disso, por mais que se diga que o IFC é a linguagem da interoperabilidade, não é isso que se observa na prática. Na transposição de um sistema para outro, muita informação é perdida, comprometendo a confiabilidade do sistema como um todo", alerta Franco.

Estrutura inclinada

Situado em Copenhague, na Dinamarca, o Bella Sky Conwell Hotel é resultado da ousadia dos arquitetos do escritório 3xn junto com os projetistas de estruturas da Ramboll. Com duas torres de 23 andares inclinadas em 150 em direções opostas e ligadas por uma ponte, o empreendimento foi construído em sua totalidade com estruturas e elementos pré-fabricados de concreto, incluindo os painéis, vigas, pilares e lajes alveolares.



Com uma geometria complexa, a estrutura foi modelada em 3D no software Robot Millenium, que trabalhou em conjunto com o programa de design Tekla. A partir da combinação desses dois sistemas, foi possível simular deformações e oscilações laterais. O modelo foi útil,

também, no desenvolvimento de ligações específicas para o projeto, bem como no projeto dos elementos de parede, em especial no reforço da grade nos painéis.

Bella Sky Conwell Hotel **Copenhague, Dinamarca**

Engenharia de estrutura e fundações: Ramboll/Kaare K.B. Dahl e Niels Jørgen Holm

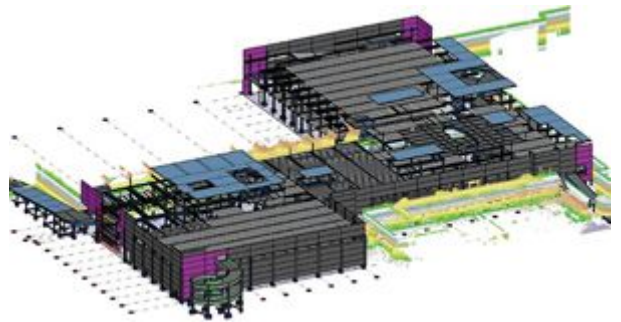
Escritório de arquitetura: 3xn

Construtora: NCC Construction

Fornecedor das estruturas pré-moldadas: Tinglev Elementfabrik

Ligações em evidência

O conceito BIM foi utilizado na construção do recém-concluído Plaza Shopping Carapicuíba, empreendimento comercial na Grande São Paulo, com 85 mil m² construídos. A obra é composta por cinco pavimentos na região das lojas e nove pavimentos no edifício-garagem.



Com uma altura total média de 40 m, a construção tem estrutura pré-fabricada com pilares de concreto compostos por até duas emendas. Nesse caso, o modelo 3D auxiliou no planejamento logístico e na concepção das ligações entre os elementos. As ligações vigas-pilares são do tipo semirrígidas com armadura negativa na capa e solidarizadas com graute estrutural. Já nas ligações lajes-vigas foi utilizada solidarização com a capa formando panos contínuos de lajes denominados diafragmas rígidos.



Plaza Shopping Carapicuíba **Carapicuíba (SP)**

Arquitetura: Jayme Lago Mestieri

Projeto executivo: MHA

Projeto de estruturas e pré-fabricados: Equipe de engenharia da Leonardi

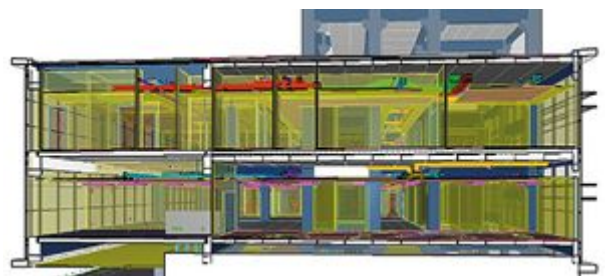
Projeto de instalações: Intelli Build

Construção e incorporação: Grupo Del Rey

Industrialização em 3D

Na construção do laboratório Fleury, em Tamboré (SP), a Matec utilizou a plataforma BIM para apoiar as etapas de compatibilização de projetos, planejamento e execução.

Totalmente construído com sistemas industrializados em apenas seis meses, o prédio com 6.725 m² de área construída tem toda sua estrutura (pilares, vigas e lajes



alveolares) composta por pré-fabricados de concreto. Segundo Marcelo Pulcinelli, diretor de engenharia da Matec, em uma obra com prazo de execução tão enxuto, a modelagem foi decisiva para compatibilizar as diferentes disciplinas, garantir a qualidade e evitar retrabalhos. No caso das instalações, por exemplo, a visualização tridimensional resultou em um número menor de furos nas lajes durante a obra. Além disso, auxiliou no planejamento logístico em um momento especialmente crítico da obra: a abertura de uma fachada modulada para permitir a entrada de um equipamento de ressonância magnética de grandes dimensões.

Laboratório Fleury Tamboré (SP)

Construção: Matec

Arquitetura: Emed

Projeto de estruturas: Knijnik

Fornecedor de pré-fabricados: CPI

