

Planejamento

Planejamento e controle da qualidade resumem as principais características e vantagens dos pré-fabricados de concreto

Especificação do sistema, porém, envolve fatores como a disponibilidade local da tecnologia, questões de logística para a obra e o projeto arquitetônico

Por Nathalia Barboza

Edição 233 - Agosto/2016

Toda boa obra deve ter um ótimo planejamento. Esta máxima é ainda mais verdadeira quando se trata de estruturas pré-fabricadas de concreto, cujos elementos (pilares, vigas, lajes e painéis), por definição, são executados fora do canteiro de obra, em uma unidade fabril. A planificação é uma questão de competitividade, uma vez que qualquer alteração de projeto ou improvisação podem comprometer a viabilidade e a continuidade da obra. Em contrapartida, um plano adequado pode resultar em uma obra rápida, organizada, de custo previsível, com pouca mão de obra, sem desperdício e geração de entulho.

Apesar das vantagens, a especificação de um sistema construtivo industrializado envolve muitos fatores, entre eles a disponibilidade local da tecnologia, questões de logística para a obra e, claro, o projeto arquitetônico. "O planejamento de uma obra deste tipo se inicia na concepção de projeto e passa pela análise sobre o sistema que se pretende utilizar e sobre as condicionantes em relação a arquitetura, localização e sistemas complementares", aponta Augusto Guimarães Pedreira de Freitas, diretor da Pedreira de Freitas Engenharia. Segundo ele, o início do projeto impõe algumas questões difíceis, sobretudo quando apenas o incorporador está envolvido. Por exemplo, é preciso saber se há fornecedores de pré-fabricados e de equipamentos para a montagem da estrutura em uma distância que torne a operação economicamente viável ou se a equipe da construtora tem expertise de montagem dos elementos.

Ao avaliar a opção por sistemas industrializados, deve-se considerar ainda eventuais restrições ao peso e à instalação do equipamento de montagem, limitações de horário para o uso de guias ou guindastes e condições de



transporte e entrega das peças. "O mais habilitado a responder estas questões é o construtor. Ele é quem domina as possibilidades de uso desses elementos e deve estar envolvido, assim como os projetistas da arquitetura e de estruturas, na concepção do empreendimento", diz Freitas. A contratação de um fornecedor com experiência na produção e montagem, e que participe da gestão ou preste consultoria à obra, também é uma recomendação importante.

Para Íria Doniak, presidente da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (Abcic), o planejamento é essencial para a utilização da estrutura pré-fabricada. "Não é possível deixar para tomar decisões no canteiro, sob pena de se perderem os benefícios do uso do sistema", afirma. Entre esses benefícios, destaca ela, está o fato de haver na indústria um rigoroso controle da qualidade. "Usualmente, as indústrias possuem sua própria central de concreto e as dosagens atendem às necessidades de resistência de liberação dos elementos conforme as idades de desenforma e movimentação até a efetiva montagem. O resultado é uma resistência de projeto até maior que o exigido pela norma", explica. Atender a esse quesito é uma questão de qualidade, acrescenta. "O parâmetro que determina a qualidade numa obra é o atendimento às normas técnicas aplicáveis e ao projeto estrutural que, evidentemente, deve ser aderente aos requisitos normativos."



Embora a qualidade em si não seja uma exclusividade de estruturas pré-fabricadas, estas gozam de maior crédito quando o assunto é padronização e controle. Por isso, Íria defende: "quanto mais se estudarem as possibilidades na fase de projeto, melhor. Assim, além de determinar a viabilidade ou não do uso do sistema, pode-se avaliar melhor inclusive a combinação de diferentes tipologias". É na fase de projeto, acrescenta ela, que se pode compor com elementos distintos (pré-moldado, por exemplo) e ajustar a logística de forma a obter um melhor custo-benefício.

Avaliando outras opções

No processo decisório, a escolha do sistema de vedação é igualmente essencial. "Se a intenção é manter as alvenarias, sobretudo as externas, com elementos de blocos (concreto ou cerâmico), então não se deve pensar em painéis pré-fabricados", aconselha Freitas. Mas isto não impede que a obra tenha a estrutura totalmente pré-



Qualidade e economia acompanham os projetos concebidos em sistemas industrializados

fabricada, com pilares, vigas e lajes, ou parcialmente, com pré-vigas e pré-lajes, "com mais exatidão de medidas e ganhos de escala", acrescenta.

Outra opção é adotar painéis portantes, que atuam como paredes com função estrutural, ou painéis de fachada fixados à estrutura por meio de insertos. "Subir com a fachada estanque é uma mudança de paradigma que reduz substancialmente o prazo de execução do empreendimento", diz Freitas. Segundo ele, que também é presidente da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece), o projeto ganha se o empreendedor optar pelo uso de fechamento de concreto.

Com o fechamento em concreto, as opções se multiplicam e a execução da obra se dá de forma contínua. "Não é preciso esperar a estrutura ser concluída para finalizar a fachada e iniciar o acabamento interno, que só estaria estanque após a conclusão da fachada", explica. Para dar sustentação ao seu ponto de vista, Freitas lembra que está para entrar em vigor a nova NBR 16.475: Painéis de Parede de Concreto Pré-moldado. "A norma dará respaldo para se projetar para este sistema", diz. Além dela, o empresário destaca ainda a revisão da NBR 9.062: Projeto e Execução de Estruturas Pré-moldadas de Concreto, cujo texto traz avanços sobretudo na nova forma de consideração de ligações rígidas e semirrígidas.

Além da necessária referência à NBR 6.118: Projeto de Estrutura de Concreto e à 12.655: Preparo, Execução e Controle do Concreto, vale lembrar que as normas técnicas aplicadas ao sistema industrializado vêm passando por constantes revisões e contam com normas complementares para produtos específicos, tais como lajes alveolares, estacas e painéis.

Fazendo as contas

A análise de custo da construção industrializada deve considerar as condições da obra: distância da fábrica, condições do terreno e acessos, equipamentos, tamanho e peso dos elementos. Estes fatores devem ser incluídos

Como planejar a produção



no planejamento de montagem. Outro fator importante é a possibilidade de padronização. "A modularidade e a repetição de vãos de mesma ordem de grandeza, definidas no momento da elaboração do projeto, são fundamentais para viabilizar o sistema. Isso determina a produção de elementos iguais, influenciando de forma significativa a viabilidade", lembra a presidente da Abcic.

Uma vez escolhido o sistema, é hora de pensar os projetos de arquitetura e instalações de forma a maximizar os ganhos da solução construtiva e partir para o planejamento da produção, que define quem desenvolverá o projeto executivo e quem fará a avaliação técnica. Na sequência vêm a produção das peças e a escolha do sistema de ligações entre elas (que interfere até na logística e no projeto arquitetônico), o planejamento do canteiro, o fluxo de entrega e a instalação propriamente dita. Ou seja, é preciso planejar como as peças chegarão à obra, como serão descarregadas e montadas e por quais equipamentos. A grua pode transportar a peça direto da carreta para seu lugar definitivo ou compor um estoque no canteiro. Seja como for, requer análise da segurança sobre procedimentos especiais e isolamentos de áreas de canteiro para o manuseio dos elementos de grande peso e o treinamento da mão de obra.

A viabilidade do processo passa pela arquitetura, logística, sistema estrutural e ligações entre os elementos. "Os custos aumentam quando as soluções não são bem pensadas e planejadas desde a elaboração do projeto da arquitetura", diz Íria. Por isso, ela recomenda que os projetistas se mantenham atualizados sobre os sistemas disponíveis, a evolução dos materiais e os equipamentos necessários. "O importante é utilizar o pré-fabricado quando ele é realmente viável, mesmo que seja parcialmente, em um determinado empreendimento, e precise combinar diferentes soluções e tecnologias", aponta.

Estrutura pré fabricada: o que você precisa saber!

Defina o segmento da sua obra



Shopping center



Industria/logística



Habitacional



Varejo



Comércio

Quem pode ajudar nesta etapa



Construtor



Projetista



Fornecedor



Investidor

Pré-condições para usar o pré-fabricado



É possível ter na obra grua ou guindaste ?



A sua equipe tem know-how com este tipo de obra?



Há fornecedores de peças em um raio economicamente viável?



Há limitações ou restrições legais?

Escolha qual sistema adotar

- Sistema denominado pré-viga/pré-laje
- Totalmente pré-fabricada com pilares, vigas e lajes pré-moldadas
- Completa de painel pré-moldado de concreto
- Parcialmente pré-moldada (pilares, vigas e lajes) com núcleo rígido em parede de concreto
- Convencional em laje plana e painel de fachada pré-fabricada
- Em parede de concreto moldado in loco com uso de laje parcialmente pré-moldada e escada totalmente pré-moldada

Analise as interfaces com...



Outros sistemas construtivos



Elementos arquitetônicos (fachada)



Sistemas de hidráulica, elétrica e ar-condicionado

Paredes estruturais, formadas por duas placas de concreto de alto desempenho pré-fabricadas, interligadas por armaduras e treliças metálicas, é uma das propostas da indústria de pré-fabricados para conquistar o segmento habitacional, que hoje representa apenas 5,3% das atividades do setor, segundo o Anuário 2015 da Abcic. "O

sistema é estrutural e eventualmente pode formar elementos de contraventamento, caixas de elevador, estruturas isoladas ou completas", afirma Ronaldo Franco, engenheiro da Sudeste Pré-Fabricados.

Paredes estruturais, formadas por duas placas de concreto de alto desempenho pré-fabricadas, interligadas por armaduras e treliças metálicas, é uma das propostas da indústria de pré-fabricados para conquistar o segmento habitacional, que hoje representa apenas 5,3% das atividades do setor, segundo o Anuário 2015 da Abcic. "O sistema é estrutural e eventualmente pode formar elementos de contraventamento, caixas de elevador, estruturas isoladas ou completas", afirma Ronaldo Franco, engenheiro da Sudeste Pré-Fabricados.

Entre as vantagens do sistema está "a diminuição significativa no tempo de entrega dos elementos pré-fabricados, uma vez que as paredes são fabricadas em sistema carrossel, de alta capacidade de produção", conta.

Além disso, deve haver uma significativa redução do prazo da obra e do número de trabalhadores no canteiro. Os elementos são transportados prontos, já incorporando os sistemas hidráulico e elétrico e até as janelas. Na obra, as paredes são içadas por guindastes ou gruas e posicionadas e alinhadas com o auxílio de escoras metálicas antes da concretagem de consolidação. "Não há necessidade de dispositivos especiais de ligação, somente armações posicionadas juntamente com a concretagem na obra, fazendo a interligação como uma estrutura convencional", diz Franco. Três funcionários montam 200 m² de paredes duplas em um dia.

SUDESTE/HABITACIONAL

Rapidez também em moradias



Paredes estruturais, formadas por duas placas de concreto de alto desempenho pré-fabricadas, interligadas por armaduras e treliças metálicas, é uma das propostas da indústria de pré-fabricados para conquistar o segmento habitacional, que hoje representa apenas 5,3% das atividades do setor, segundo o Anuário 2015 da Abcic. "O sistema é estrutural e eventualmente pode formar elementos de contraventamento, caixas de elevador, estruturas



Sistema incorpora elementos completos e permite a montagem de 200 m²/dia por três operários

Segundo ele, em princípio não há limitações no número de pavimentos da edificação, sendo que o mais comum é empregar as chamadas paredes duplas em edifícios de até 18 pavimentos, limite usual também na alvenaria estrutural. "O que mudaria seria a espessura da parede ou a necessidade de contraventamento por um núcleo central rígido", explica.

Entre as vantagens do sistema está "a diminuição significativa no tempo de entrega dos elementos pré-fabricados, uma vez que as paredes são fabricadas em sistema carrossel, de alta capacidade de produção", conta.

Além disso, deve haver uma significativa redução do prazo da obra e do número de trabalhadores no canteiro. Os elementos são transportados prontos, já incorporando os sistemas hidráulico e elétrico e até as janelas. Na obra, as paredes são içadas por guindastes ou gruas e posicionadas e alinhadas com o auxílio de escoras metálicas antes da concretagem de consolidação. "Não há necessidade de dispositivos especiais de ligação, somente armações posicionadas juntamente com a concretagem na obra, fazendo a interligação como uma estrutura convencional", diz Franco. Três funcionários montam 200 m² de paredes duplas em um dia.

RIOMAR PRESIDENTE KENNEDY

Os benefícios da repetição



Shopping RioMar: padrão repetido em mais cinco empreendimentos



Os shopping centers lideraram as obras em pré-fabricados de concreto em 2015, com 30,1% delas, segundo o último Anuário da Abcic. Em 2012, ocupavam apenas o terceiro lugar. O salto foi possível graças a obras como a do Riomar Presidente Kennedy, em Fortaleza, cuja estrutura foi concluída em junho último, após 12 meses. "O sistema entrega velocidade, prazo e qualidade e reduz os desperdícios e o número de trabalhadores no canteiro", avalia Francisco Bacelar, diretor da Divisão Imobiliária do Grupo João Carlos Paes Mendonça (JCPM), contratante da obra.

"No segmento de shoppings, oportunidade e momento definem tudo. Da tomada de decisão ao início da obra, temos em média seis meses e ainda trabalhamos para acelerar a análise de projetos", justifica. Segundo ele, os processos de escolha ficam em suas mãos. "Assim, mantemos a independência na análise de propostas e custos", afirma. Após a escolha do sistema construtivo, o grupo acompanha todos os procedimentos de execução da estrutura, desde a fábrica.

"Tínhamos uma preocupação com a execução de algumas estruturas mais arrojadas, como as transições de pilares e vigas que circundam a praça central do shopping", revela. "Este espaço é enorme e todos os pilares precisaram ser suprimidos. Para vencer estes vãos maiores, a estrutura toda necessitava de muito mais robustez", completa. José Almeida, presidente da T&A Pré-Fabricados, que forneceu as peças de concreto, lembra que esta foi a sexta obra do mesmo tipo para o Grupo JCPM. "O partido é igual em todas as nossas obras", exemplifica Bacelar. Vigas atípicas e estruturas em torno das claraboias foram padronizadas, o que deu segurança para replicá-las sem aumentar custos. E também ajudaram na produtividade nas fases de projeto e execução. "As equipes de montagem tinham cinco ou seis trabalhadores mais o pessoal de apoio, o que reduz o risco de acidentes e a necessidade de grandes alojamentos e refeitórios."

A edificação tem quatro pavimentos e estrutura pré-fabricada de 135 mil m² com pilares em concreto armado, vigas e lajes alveolares em concreto protendido. No total, a estrutura consumiu 20 mil m³ de concreto. Segundo Sérgio Osório, projetista estrutural da obra e sócio da Engedata Engenharia Estrutural, de Recife, o planejamento é a

grande vantagem do sistema. "Com programação adequada e logística de montagem, a estrutura pode ser setorizada, com atividades em sequência", diz. "Em uma área, podem ser montadas as peças estruturais, ao mesmo tempo que em outro setor são concretados os blocos de fundação e, em um terceiro, ainda são cravadas as estacas", diz. Além disso, o sistema evita usar escoramentos com altura de 6 m e andaimes fachadeiros. O shopping deve ser inaugurado em outubro.

Shopping Center RioMar Presidente Kennedy

Localização: Fortaleza

Total de concreto na estrutura: 20.600 m³

Total de aço na estrutura: 1.172 t

Área do terreno: 82,4 mil m²

Área construída: 159 mil m²

ABL: 54.865 mil m²

LEONARDI/CAXEMIRA

Comunicação e logística



Controle de custos e prazos é garantido pela comunicação entre obra e fábrica

Para garantir o cumprimento dos prazos, é determinante em uma obra com pré-fabricados haver uma perfeita comunicação entre a fábrica e o canteiro, define Paulo Sérgio Cordeiro, diretor da Leonardi Pré- Fabricados. "Isto é possível porque enquanto são executadas as atividades preliminares da obra (terraplenagem e fundações), os elementos são produzidos na indústria e a etapa de montagem é extremamente rápida", justifica.

Este tipo de exigência - rápido retorno do investimento e controle preciso de prazos e custos - é típico de edificações para fins industriais ou logísticos, como o empreendimento fabril e logístico da empresa Caxemira, que atua no setor automotivo em Santo André (SP). Além do galpão de 33 mil m² em construção, haverá um prédio administrativo multipavimentos com 8 mil m². Na obra foram empregados pilares, vigas armadas e protendidas, vigas-calha, escadas, lajes alveolares, painéis de fechamento e muros de arrimo pré-fabricados, totalizando 4 mil m³ de concreto entre 40 e 50 MPa e 440 t de aço. O projeto agregou uma cobertura com sistema híbrido, composto por terças e telhas metálicas, que ainda receberão painéis fotovoltaicos. "A melhor solução passa pelo emprego simultâneo de diferentes sistemas construtivos, buscando sempre o melhor que cada um pode agregar", sugere Cordeiro. "A integração de sistemas hoje é bastante comum e crescente", diz.

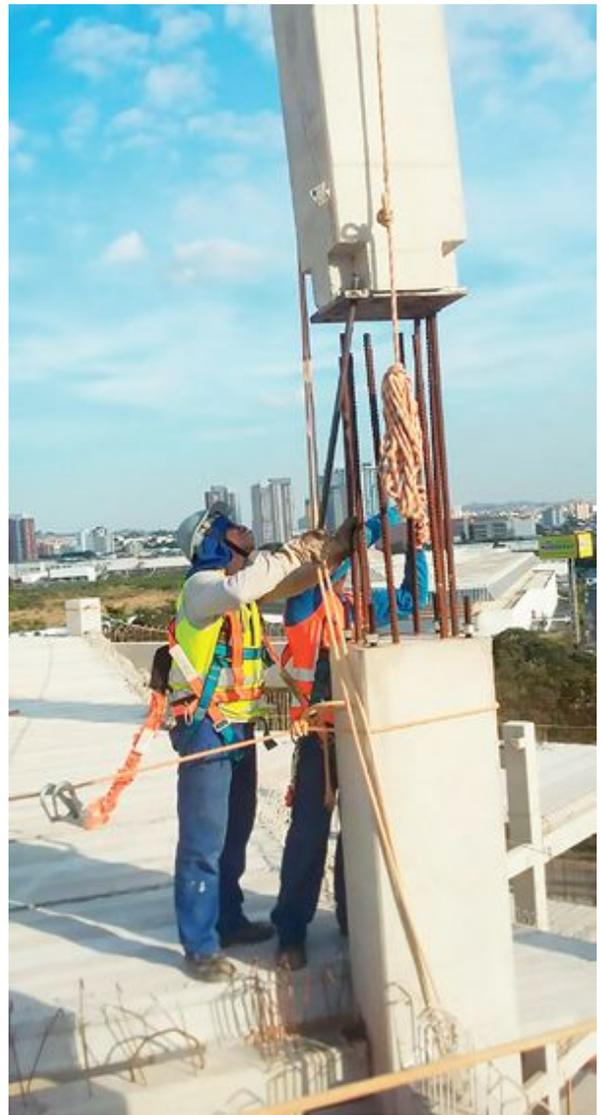
Um dos desafios do projeto, aponta ele, foi a necessidade de fazer o corte diagonal das lajes alveolares, para atender à arquitetura em um mezanino com planta semicircular. "Também resolvemos adotar emendas em pilares, para acelerar a obra", conta.

O cronograma exíguo obrigou ainda a pré-fabricar os muros de arrimo, inicialmente concebidos em sistema convencional.

"Logística e transporte sempre são relevantes e muito condicionados ao local de execução. A logística é um dos pilares da pré-fabricação, e isto vale desde a fabricação até o transporte, estocagem e montagem", afirma Cordeiro. Segundo ele, os custos dos transportes giram entre 5% e 7% do valor total dos pré-fabricados. Por isso, deve-se desenvolver previamente um rotograma detalhado com o melhor percurso, em termos de segurança, custo e possibilidades de acesso ao canteiro.

"É preciso verificar se há limitações legais às dimensões das peças, como tamanho e altura, ou horários restritivos em rodovias e trechos urbanos", adverte.

Para Cordeiro, se a engenharia estrutural é central na pré-fabricação, o compartilhamento das informações, análises, desenvolvimentos e coordenação das diferentes disciplinas de projetos é fundamental para o bom desempenho final da estrutura. "A avaliação técnica de projetos vem tornando esta relação ainda mais intensa", garante.



Caxemira

Localização: Santo André (SP)

Segmento: Industrial e logístico

Área: 41 mil m²

Estruturas e avaliação técnica de projeto: Leonardi Pré-Fabricados

Projeto estrutural: Iga Engenharia

Arquitetura: Fator Vital Arquitetura