

59_61 BETÃO ESTRUTURAL



CONSTRUÇÃO, INOVAÇÃO E PRÉ-FABRICAÇÃO EM BETÃO

Carlos Chastre, CERIS & DEC, Universidade NOVA de Lisboa

Num mundo em constante mutação, as próximas décadas na indústria da construção serão, certamente, muito influenciadas pelos desenvolvimentos nas áreas dos materiais, da informática, do processamento de dados, da industrialização e da automação. A prefabricação em betão é, hoje em dia, uma forma de construção segura, económica, durável, sustentável e arquitetonicamente versátil. Trata-se de uma forma industrializada de construção com diversas vantagens, pois permite incorporar, de forma mais rápida, económica, adequada e sustentável, a inovação em materiais, sistemas e processos.

A produção em fábrica significa processos de fabrico racionais e eficientes, controlo de qualidade, trabalhadores qualificados, repetição de tarefas, e menor custo de mão-de-obra por m² devido à automação do processo de produção. Deste modo, a industrialização da construção transfere a maioria dos trabalhos do local da obra para a fábrica. As distâncias máximas de transporte por camião deverão variar entre 150 e 350 km, dependendo do tipo de produtos e da rede viária, podendo, em algumas situações, o transporte ser feito por comboio ou por navio, caso em que as dis-

tâncias máximas podem aumentar até 2.000 km [3]. Dependendo da acessibilidade do local e da capacidade do sistema de elevação, o processo de montagem em obra deverá ser discutido no início do projeto.

Em termos de sustentabilidade, a indústria de prefabricação a nível europeu está apostada na redução de 45 por cento de matérias-primas e de 30 por cento do consumo energético. Várias fábricas já reciclam o betão não utilizado e em breve funcionarão num sistema de produção fechado, em que todos os resíduos serão processados e reutilizados [3]. No futuro, o betão prefabricado será por excelência o veículo preferido para a introdução dos agregados reciclados na indústria de construção, dado o controlo de qualidade a que é sujeito.

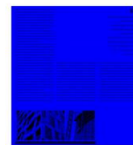
O controlo de qualidade na prefabricação começa no estudo e preparação do projeto, e continua com a produção das peças de betão e com a entrega e montagem a tempo e horas. O controlo de qualidade durante o processo de fabrico é baseado em quatro pilares fundamentais: pessoas, instalações e equipamentos, matérias-primas e processos de execução, e controlo de qualidade da execu-

ção. A maioria das empresas de prefabricação possui a certificação ISO-9000.

As características das estruturas prefabricadas permitem adaptá-las, na maioria das situações, às exigências do arquiteto ou do dono de obra, não existindo antagonismo entre a elegância arquitetónica e o aumento da eficiência estrutural (Figura 1). Atualmente, industrialização já não significa um número elevado de peças de betão idênticas. Pelo contrário, um processo de produção eficiente pode ser combinado com a mão-de-obra qualificada existente na fábrica, o que permite desenvolver um projeto de arquitetura moderno e sem custos adicionais. A utilização de vãos grandes, sem restrições a possíveis subdivisões com paredes divisórias, permite a flexibilidade do espaço, adaptando-o às necessidades do utilizador, tal como é exigido nos edifícios de escritórios. Quer no passado quer atualmente, a maioria dos edifícios tradicionais são concebidos para uma utilização específica, sem atender a futuras alterações de uso e consequentes remodelações ou demolições. Para obviar a esta desvantagem, a solução passa por fazer uma distinção clara entre a parte estrutural dos edifícios e os aca-



> Figura 1: Edifícios pré-fabricados em betão (Bruxelas, Massachusetts, New Jersey e São Paulo) [3, 6].



ID: 78489289

31-12-2018

bamentos, possibilitando, desta forma, futuras remodelações sem demolição da estrutura do edifício. Hoje as estruturas prefabricadas em betão já são concebidas de acordo com este conceito, dada a capacidade existente nas vigas e pavimentos para vencerem grandes vãos, o que facilita a criação de grandes espaços abertos no interior do edifício.

As características das lajes alveoladas permitem que as redes de instalações sejam aí incorporadas e, além disso, pode-se tirar partido da massa térmica do betão da laje para armazenar energia térmica.

Os elementos prefabricados de betão possibilitam uma ampla variedade de acabamentos, desde superfícies cuidadosamente moldadas até ao betão à vista. Deste modo, o arquiteto dispõe de painéis de fachada, vigas e pilares com formas especiais e com acabamentos de alta qualidade (Figura 2). Além disso, o projetista pode inspecionar e aceitar as peças prefabricadas antes de serem transportadas e fixadas no local. Os painéis em betão arquitetónico oferecem uma ampla gama de acabamentos, numa grande variedade de cores e texturas, por exemplo em calcário ou granito, ou através de acabamentos mais complexos em tijoleiras cerâmicas ou em alvenaria de pedra natural ou artificial que seriam extremamente caros se aplicados *in situ* pelos métodos tradicionais.

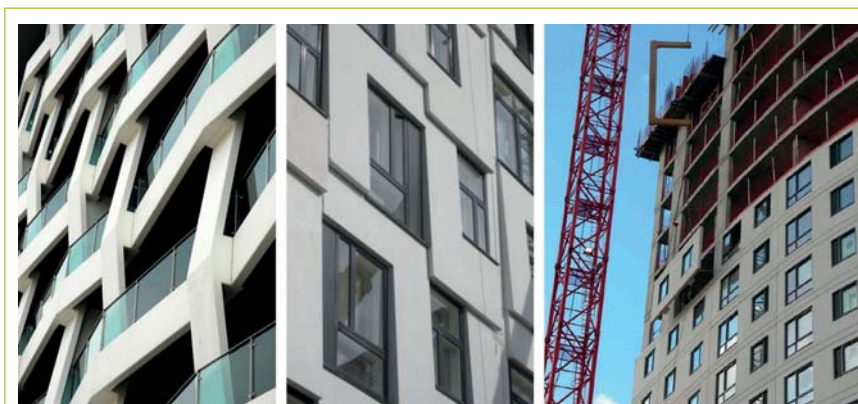
A prefabricação, comparativamente à construção *in situ*, tem um maior potencial para apresentar estruturas mais económicas, melhor desempenho estrutural e maior dura-

bilidade por causa da otimização dos materiais utilizados, a qual é obtida tendo por base as matérias-primas, os equipamentos de fabricação utilizados e os procedimentos de trabalho cuidadosamente estudados. Os trabalhos de prefabricação utilizam equipamento de dosagem e mistura controlados por computador, bem como aditivos e adjuvantes na mistura para obter os desempenhos mecânicos pretendidos. A betonagem e a vibração do betão são realizadas com condições de trabalho e equipamentos ideais. O teor de água pode ser reduzido ao mínimo e a cura também ocorre em circunstâncias controladas. A classe do betão utilizada pode ser adequada às exi-

gências de cada tipo de elemento, de forma a otimizar o uso de materiais mais caros. O betão prefabricado oferece uma liberdade de ação considerável para a melhoria da eficiência estrutural, permitindo produtos mais esbeltos e um uso otimizado dos materiais. Maiores vãos e menores alturas úteis podem ser obtidos através da utilização do pré-esforço em vigas e pavimentos. O pré-esforço é frequentemente utilizado na prefabricação devido ao facto de as pistas de pré-tensão existentes e os fios de pré-esforço serem ancorados por aderência. O betão prefabricado pré-esforçado proporciona todas as vantagens construtivas do betão pré-esforçado, mas também a economia na



O betão prefabricado oferece uma liberdade de ação considerável para a melhoria da eficiência estrutural, permitindo produtos mais esbeltos e um uso otimizado dos materiais.



> Figura 2: Pormenores de fachadas pré-fabricadas em betão (Portugal, Finlândia e R. Unido) [3, 5, 7]



ID: 78489289

31-12-2018

fabricação, devido à reduzida mão-de-obra e à ausência de dispositivos de ancoragem dispendiosos. Outra vantagem do betão prefabricado é a melhoria da durabilidade. Contudo, os melhores benefícios são obtidos para os elementos verticais, especialmente para os pilares, onde a capacidade de carga pode aumentar entre 100 a 150 por cento quando a resistência do betão passa de 30 para 90 MPa [3]. As estruturas prefabricadas em betão armado e pré-esforçado apresentam, normalmente, uma resistência ao fogo de 60 a 120 minutos ou mais [3]. Atualmente os betões de alto desempenho já são utilizados em algumas estruturas prefabricadas e no futuro próximo, em especial em zonas com alguma agressividade ambiental, o betão prefabricado verá as armaduras de aço substituídas por armaduras de matérias compósitas. O desempenho das estruturas prefabricadas

tem sido analisado face a sismos de diferentes intensidades, tendo a maioria registado um bom desempenho, enquanto outras, em especial as mais antigas, mostraram algumas deficiências. A investigação a nível internacional daí resultante tem sido particularmente útil para melhorar a pormenorização das ligações das estruturas prefabricadas, bem como para avaliar a ductilidade geral destas estruturas (que mostrou ser bastante comparável à das estruturas construídas *in situ*), ajudando assim a definir fatores de comportamento adequados [4].

Na última década a Comissão 6 da prefabricação da Federação Internacional do Betão (fib) publicou um conjunto de relatórios técnicos [1-5] sobre edifícios prefabricados, dedicados em especial às ligações estruturais [1], às ações acidentais [2], aos painéis sandwich [5], ao projeto de estruturas prefabricadas em geral [3]

e ao projeto de edifícios em zonas sísmicas [4], onde estes temas são abordados em detalhe e que podem ser uma mais-valia para todos os que se queiram dedicar a esta temática. ■

REFERÊNCIAS

1. fib Bulletin 43 (2008). Structural connections for precast concrete buildings. Lausanne: fib. 370p.
2. fib Bulletin 63 (2012). Design of precast concrete structures against accidental actions. Lausanne: fib. 78p.
3. fib Bulletin 74 (2014). Planning and design handbook on precast building structures. Lausanne: fib. 313p.
4. fib Bulletin 78 (2016). Precast-concrete buildings in seismic areas. Lausanne: fib. 370p.
5. fib Bulletin 84 (2017). Precast Insulated Sandwich Panels. Lausanne: fib. 129p.
6. Chastre, C., V. Lúcio, eds. (2012). Estruturas Pré-Moldadas no Mundo. Aplicações e Comportamento Estrutural. Fundação da FCT, Univ. NOVA de Lisboa: Brasil. 320p. <https://docentes.fct.unl.pt/cmcr/publications>
7. Concremat (2018, Nov. 26). Obras [online]. Disponível em <http://www.concremat.pt>