

EDIFÍCIOS MODULARES PRÉ-FABRICADOS EM BETÃO

INOVAÇÕES NA PREFABRICAÇÃO MODULAR DE BETÃO ARMADO: DESEMPENHO ESTRUTURAL, EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

Romain Sousa¹, André Furtado², Ricardo do Carmo³, Eduardo Julio²

¹ Vigobloco SA & RISCO-UA – Universidade de Aveiro

² CERIS & Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa

³ CERIS & ISEC – Instituto Politécnico de Coimbra

Os sistemas prefabricados de betão armado têm demonstrado elevado potencial em estruturas de edifícios e pontes. As vantagens são sobejamente conhecidas: maior qualidade, maior durabilidade, maior rapidez de construção, entre outras. Nos edifícios habitacionais comuns, estas vantagens podem ser ainda mais potenciadas se se conjugar a prefabricação com o conceito de modularização [1].

Considerando o novo paradigma acima referido, importa estudar sistemas construtivos mais eficientes, mais ajustados ao conceito de construção modular prefabricada, e que tornem este tipo de solução superior e verdadeiramente competitiva face à construção habitacional tradicional. Neste contexto, a consideração de paredes estruturais emerge como um sistema que apresenta várias vantagens, nomeadamente, a conjugação de várias funções - arquitetónica (fachada), estrutural, térmica e acústica - num único elemento.

Com vista a tornar este sistema mais eficiente, e tirando partido das valências industriais do processo produtivo, estão a ser desenvolvidos estudos ao nível do elemento de parede e das suas ligações a elementos adjacentes, com vista a assegurar um elevado desempenho

estrutural face a ações sísmicas e com um menor impacto ambiental através da redução do consumo de materiais e da possibilidade de reutilização através da desmontagem e remontagem dos elementos [2].

A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

Nas últimas décadas, o setor da prefabricação em betão armado tem sido uma solução preferencial na construção de edifícios industriais, de serviços e centros logísticos. Verifica-se também um grande crescimento na procura de soluções prefabricadas para o setor agroalimentar, nomeadamente para pecuárias, aviários, lagares e adegas.

A vantagem competitiva relativamente a outros processos construtivos resulta da capacidade de:

- acelerar o processo construtivo;
- assegurar um elevado controlo de qualidade dos materiais e produtos, com menor desperdício de materiais;
- recorrer a materiais de elevada durabilidade e consequente redução de custos de manutenção;

- diminuir a dependência de condições climáticas favoráveis na produção;
- reduzir os custos de estaleiro, acidentes de trabalho, cimbres, andaimes, etc;
- otimizar a solução estrutural com recurso a elementos pré-esforçados e secções mais eficientes, permitindo vencer maiores vãos;
- ter elevada resistência ao fogo.

A crescente necessidade de soluções construtivas que ofereçam uma resposta mais rápida e eficaz tem constituído uma tendência, especialmente nos países mais desenvolvidos. Associado a este movimento está também a necessidade de adotar soluções construtivas com menor impacto ambiental, e que venham colmatar as insuficiências de habitação e a crescente carência de mão de obra qualificada. Neste sentido, parece-nos que o futuro da construção habitacional passará também pela industrialização do processo, assente em soluções modulares prefabricadas que permitam aumentar a produtividade através da redução dos tempos de construção e dos custos inerentes à mesma, aumentando simultaneamente a qualidade e previsibilidade dos elementos construídos.

Adicionalmente, os processos produtivos prefabricados atuais permitem desenvolver soluções arquitetónicas diversificadas e personalizadas com rigor, acabamentos de elevada qualidade, difíceis de alcançar com a construção tradicional, nomeadamente através da pigmentação do betão, criação de texturas nas superfícies ou até na criação de imagens impressas na superfície dos elementos de betão sem recurso a pinturas (por exemplo, Graphic Concrete®).

POTENCIALIDADES DA PREFABRICAÇÃO NO RAMO HABITACIONAL

A reconhecida necessidade de habitação, conjugada com a ausência de mão-de-obra qualificada no ramo da construção, tem levado ao aumento da procura por soluções alternativas. No entanto, as soluções prefabricadas atuais apresentam alguns desafios significativos. Tipicamente estas tendem a reproduzir as soluções estruturais existentes na construção tradicional, considerando estruturas de suporte (constituídas por pilares e vigas) complementadas por elementos de fachada (painéis não estruturais). Além de ser economicamente pouco competitiva, esta solução pode apresentar limitações em zonas de maior sismicidade, se não forem adotadas ligações adequadas entre os diferentes elementos.

Assim, importa desenvolver soluções alternativas integradas que tirem partido das potencialidades da prefabricação. A adoção de um sistema construtivo baseada na utilização de paredes estruturais parece apresentar algumas potencialidades, permitindo executar habitações individuais ou coletivas, de vários pisos, e que não se esgota na sua função de fachada e de isolamento térmico e acústico. Se dotadas de dimensionamento e ligações adequadas as mesmas podem acumular a função estrutural, permitindo eliminar a estrutura de suporte, tipicamente constituída por pilares e vigas. Tirando partido da geometria

destes elementos de parede, estas estruturas podem ser projetadas para elevados níveis de desempenho sísmico, sendo aplicáveis à generalidade dos edifícios de habitação, escolas ou infraestruturas de saúde.

Reconhecendo as potencialidades do sistema, importa tirar partido das valências do processo industrial, e procurar otimizar e potenciar os elementos com vista a encontrar elementos e materiais mais eficazes, reduzindo o consumo global de materiais e consequente pegada ecológica.

Com vista a atingir estes objetivos estão em desenvolvimento estudos numéricos e experimentais que visam desenvolver elementos de parede que conciliem, num único elemento, os requisitos estruturais e de eficiência térmica/acústica, permitindo reduzir o consumo de materiais entre 20 % e 30 % face a uma solução de parede convencional com o mesmo nível de desempenho estrutural e energético (Figura 1). Simultaneamente, estes estudos estendem-se à conceção de novas ligações mecânicas que apresentem elevada resistência mecânica,



1>



2>

> Figura 1: Produção e ensaio de elementos de parede.

> Figura 2: Produção e ensaio de elementos de ligação.

favoreçam uma adequada interligação com os elementos de parede e permitam a montagem/desmontagem dos elementos estruturais (Figura 2).

CONCLUSÕES

Com vista a dar resposta à crescente procura por soluções modulares para a habitação, um grupo de parceiros da indústria e do meio académico (Vigobloco, Cimpor, IST, LNEC e ISEC), juntaram esforços com vista ao desenvolvimento de um sistema construtivo que ofereça uma solução com elevados padrões de qualidade e durabilidade.

A sistema modular em desenvolvimento, baseado em soluções prefabricadas de betão armado, tem por base o uso de elementos de parede que compatibilizem a função de fachada (arquitetura), estabilidade (com elevado desempenho face a ações sísmicas), isolamento térmico e acústico e ambientalmente mais sustentável, permitindo concretizar um produto mais eficiente que as soluções tradicionais.

Os estudos numéricos desenvolvidos apontam para um elevado desempenho estrutural, nomeadamente face a ações sísmicas, quando comparado com as soluções convencionais. Por outro lado, os resultados dos ensaios experimentais de elementos de parede e de ligação, ainda em desenvolvimento, permitirão validar as soluções de otimização consideradas que, por sua vez, conduzirá a um sistema construtivo mais competitivo e com menor impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através do financiamento à unidade de investigação CERIS com a referência UIDB/04625/2020. Este artigo foi desenvolvido no âmbito do Pacto de Inovação "R2UTechnologies // Modular systems" (C644876810-00000019), pelo consórcio "R2UTechnologies", cofinanciado pelo NextGenerationEU, através do investimento "Agendas para a Inovação Empresarial" do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR).

REFERÊNCIAS

- [1] R. Martins, R. d. Carmo, H. Costa, and E. Júlio, "A review on precast structural concrete walls and connections," *Advances in Structural Engineering*, vol. 26, no. 14, pp. 2600-2620, 2023, doi: 10.1177/13694332231191073.
- [2] A. Furtado, R. Sousa, R. Carmo, and E. Júlio, "Desafios na simulação numérica de construções modulares pré-fabricadas em betão armado," presented at the 13º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica, Guimarães, Portugal, 2024.

Estética perfeita do betão aparente

- ✓ Qualidade do betão aparente
- ✓ Correção de cor e textura
- ✓ Proteção e manutenção

BECONART – O seu parceiro para betão de excelência.

www.betao-aparente.pt



**BECONART
SICHTBETON**

