

OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E A RACIONALIZAÇÃO DO EFEITO DE APRENDIZAGEM NA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICAÇÃO

Armanda M. Couto

Doutoranda, Universidade do Minho
Rua da Devesa Basta, Nº 15 Fraião, 4715-135 Braga
e-mail: amcouto@sapo.pt

João P. Couto

Universidade do Minho
Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães
e-mail: jpc@civil.uminho.pt

Resumo

Actualmente as exigências relativamente aos prazos são cada vez maiores e mais determinantes para a competitividade da indústria da construção. O recurso à construção industrializada e consequente racionalização do processo de aprendizagem trará neste campo evidentes vantagens para os intervenientes no sector. Por outro lado, as questões ambientais e energéticas constituem um desafio ao qual o sector da construção não poderá ficar alheio e para o qual a pré-fabricação, dadas as suas vantagens poderá ter um papel determinante. É sobre estas duas vertentes de importância crescente que se apresentarão neste trabalho as principais conclusões de um estudo baseado na pesquisa bibliográfica e junto dos profissionais ligados ao sector com vista a sensibilizar os intervenientes e interessados para as evidentes vantagens que a pré-fabricação constitui naqueles domínios.

Palavras-chave: produtividade, pré-fabricação, gestão ambiental dos estaleiros, desempenho energético, efeito de aprendizagem.

1 Introdução

1.1 Porquê a construção industrializada

A construção com elementos pré-fabricados caracteriza-se pela realização mediante processos industrializados, isto é, mediante qualquer processo baseado na mecanização e na organização

programada, de elementos construtivos funcionais produzidos em série, com a finalidade de realizar construções rapidamente, reduzindo ao máximo as operações na obra (chegando inclusivamente a ser somente necessário as operações de colocação). Os tempos e os custos da construção diminuem, ao mesmo tempo que se incrementam as propriedades do elemento construtivo. É normalmente admitido que executando sucessivamente e nas mesmas condições determinada tarefa, o seu tempo de execução vai diminuindo com as repetições, pelo menos, até certo ponto. Este fenómeno manifesta-se em muitas actividades de construção com características repetitivas, e é conhecido como aprendizagem ou efeito da experiência. Do seu adequado aproveitamento podem resultar significativos benefícios produtivos.

1.2 Resposta da pré-fabricação aos novos desafios dos sector

Passada a fase de expansão económica, o sector da construção enfrenta agora um momento menos positivo, de desafios e de necessidade de reafirmação. Este ambiente que envolve as empresas de construção civil tem estimulado, pelos menos as mais competitivas, a implementarem acções que conduzam à melhoria contínua da sua produtividade, por forma a manterem os seus níveis de competitividade, face a um mercado caracterizado por uma oferta significativamente superior à procura e pelas crescentes exigências dos clientes quanto à qualidade da obra e do serviço pós-construção.

Por outro lado, as modificações ocorridas na década de noventa, em especial na área da tecnologia, provocaram grande impacto e impulsionaram o desenvolvimento de vários sectores da economia. Essas modificações ocorreram devido a alguns factores directamente ligados à globalização e ao avanço da informática e das telecomunicações, tais como o incremento do desenvolvimento tecnológico, a maior velocidade das informações e a criação de sistemas de gestão da qualidade. Todos esses factores aumentaram a eficiência dos processos de produção e incrementaram a qualidade dos produtos finais, o que fez aumentar a oferta e a competitividade de diversos sectores do mercado. O sector da construção também tem vindo a passar ou a procurar introduzir, ainda que paulatinamente, essas modificações tecnológicas, talvez não tão intensas quanto noutros sectores de actividade, mas não menos importantes. Assim, as empresas construtoras procuram diminuir os seus custos e, simultaneamente, aumentar a eficiência de processos de produção e a qualidade do produto final.

O êxito das acções que conduzem à diminuição dos custos, ao aumento da produtividade e ao incremento da qualidade nos processos de produção e no produto final depende da evolução das actividades construtivas, ou seja, do incremento dos seus níveis de industrialização. Evoluir no sentido de aperfeiçoar-se como indústria é um caminho natural do sector da construção civil.

Resumindo, o conceito de industrialização voltada para a construção civil pressupõe organização, planeamento, continuidade executiva, repetição e eficiência no processo de produção, tudo dentro de uma visão global das várias interfaces que compõem a execução de um edifício. A sua principal ferramenta é a racionalização construtiva. Define-se racionalização construtiva como «um processo composto pelo conjunto de todas as acções que tenham por objectivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases» [1].

É correcto, portanto, afirmar que ao nível dos processos construtivos e tecnologias é expectável que ocorra uma industrialização crescente do sector, com o aumento das tarefas a realizar em fábrica e diminuição das tarefas realizadas em obra ou estaleiro (figura 1).

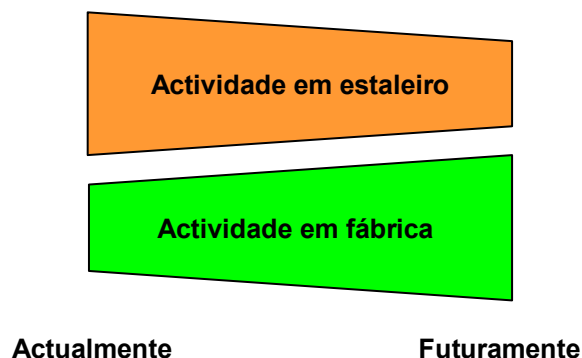


Figura 1 – Variação dos períodos de produção em fábrica/estaleiro.

Por outro lado, as questões ambientais e energéticas constituem um desafio ao qual o sector da construção não poderá ficar alheio e para o qual a pré-fabricação face às suas vantagens poderá ter um papel determinante. A pré-fabricação apresenta evidentes benefícios quer energéticos permitindo a reutilização parcial ou total das estruturas após a vida útil dos edifícios desde que concebida com esse intuito, quer ao nível da gestão ambiental dos estaleiros.

É sobretudo sobre estas duas vertentes de importância crescente que se apresentam neste trabalho as principais conclusões de um estudo baseado na pesquisa bibliográfica e junto de alguns profissionais ligados ao sector visando sensibilizar os interessados para as evidentes vantagens que a pré-fabricação constitui naqueles domínios. Estabelecem-se também as bases de partida necessárias para dentro em breve avançar com um projecto de âmbito nacional visando estudar as resistências à implementação da pré-fabricação e implementar um conjunto de iniciativas que ajude a melhorar a visão geral sobre a indústria da pré-fabricação..

2 Vantagens e barreiras da pré-fabricação

A pré-fabricação é portanto, o caminho para a industrialização do sector da construção civil. Contudo, embora seja uma tecnologia com todas as vantagens inerentes a esse processo tem ainda inconvenientes que por ventura estão na base de em Portugal ainda se continuar a preferir (na maior parte das situações) a tecnologia tradicional à pré-fabricação.

Em seguida são apresentados os aspectos que caracterizam as grandes vantagens da pré-fabricação e os desafios e barreiras à sua implementação [2] [3].

2.1 Principais vantagens

- Produção em unidades industriais vocacionadas especificamente para esse fim, com rotinas de produção e pessoal especializado que possibilitam e facilitam um controle de qualidade eficiente ao longo de todo o ciclo produtivo, desde as matérias primas aos ensaios do produto final;
- Rapidez de execução das estruturas em obra, fruto da capacidade de armazenamento dos produtos em fábrica e dos elevados ritmos de montagem conseguidos com o planeamento e sistematização das operações a realizar em obra. O ritmo de execução de estruturas torna-se ainda menos dependente das condições atmosféricas, sendo por isso mais fácil cumprir prazos e controlar os programas estabelecidos;

- Possibilidade de vencer grandes vãos com elementos auto-portantes que melhoram a funcionalidade dos espaços, eliminando pilares e fundações, sem perturbar outras actividades devido à ausência de escoramentos [2];
- Redução da necessidade de cimbramentos e andaimes que, pelas grandes dimensões que muitas vezes as estruturas alcançam, implicam um custo muito elevado;
- Potencialização das condições de segurança segundo duas vertentes: segurança estrutural e a segurança de acidentes de trabalho;
- Maior facilidade de racionalizar os gastos energéticos;
- A segurança estrutural pode traduzir-se na possibilidade de usar ensaios não destrutivos de uma peça. A pré-fabricação permite ensaiar as peças antes da sua aplicação o que permitirá corrigir eventuais defeitos. Ensaios com ultra-sons, ensaios de carga com leitura directa (fissuras e deformações), ou com leitura indirecta (instrumentação das peças com extensómetros tanto nas armaduras como no betão), são alguns exemplos [3].
- Redução da probabilidade de acidentes que está directamente relacionada com o número de horas de trabalho em estaleiro, que no caso da pré-fabricação é muito inferior, com o nível de profissionalismo e com a eficácia do equipamento. Com a conjugação destes três factores estabelecem-se as condições necessárias para a diminuição da probabilidade de ocorrência de acidentes em obra. O uso de equipamento de transporte, elevação e montagem estritamente adequado a par de um menor recurso a equipamento e materiais auxiliares como por exemplo escoramentos e cofragens, são factores determinantes. A mão-de-obra de montagem utilizada geralmente mais qualificada, mais eficiente e com outro tipo de comportamento é também um factor importante;
- Reaproveitamento em fábrica das cofragens, pela grande quantidade de elementos iguais que se fabricam;
- Possibilidade de conceber pensando no processo desconstrutivo e consequente reaproveitamento;
- Significativa redução da área de estaleiro;
- Redução da produção de resíduos e ruído em obra e diminuição dos gastos em energia;
- Redução dos custos de fiscalização;
- Redução dos custos de manutenção;
- Redução do tráfego rodoviário (através da coordenação das entregas);
- Oferta de uma crescente qualidade e eficiência, no processo construtivo, uma vez que a experiência que vai sendo adquirida permite aperfeiçoar a segurança das operações, mesmo quando estas são levadas a cabo por pessoas eventualmente menos preparadas e qualificadas;
- Alternativa segura à crescente escassez de mão-de-obra habilitada e experiente em obra.

2.2 Desafios e barreiras

A pré-fabricação é competitiva, fornece maior qualidade, maior durabilidade, maior fiabilidade, maior segurança e possibilita uma gestão mais fácil e eficiente. Contudo, quando comparada com a produção em obra ainda enfrenta algumas dificuldades que têm vindo a ser consideradas por alguns agentes do sector como entraves mas que devem sobretudo ser encaradas como desafios a ultrapassar. Destacam as seguintes [3]:

- Necessidade, na maioria dos casos, de recorrer a elementos de ligação adicionais (p. ex. parafusos, cantoneiras);
- Necessidade de grande rigor e controlo nas ligações;
- Maior exactidão no estudo do projecto e pormenorização;
- Maior necessidade de controlo de fabricação, muito rigor nas formas e pormenores, armaduras;

- Necessidade de recorrer quase exclusivamente a mão-de-obra especializada.

A construção pré-fabricada de betão consolidou-se como a forma mais viável e mais difundida para se promover a industrialização da construção, tomando um impulso sem precedentes no período do pós-guerra. A opção pelo "grande painel" pré-fabricado de betão, como resposta técnica e económica às necessidades de reconstrução da Europa após a segunda guerra mundial, converteu esta tecnologia numa referência daquele período.

As realizações massivas na área de habitação ocorridas nesta época criaram, no entanto, uma espécie de estigma que associou a construção pré-fabricada durante muito anos à uniformidade, monotonia e rigidez na arquitectura. Isto levou a que muitos projectistas ainda a vejam apenas como uma variante técnica das construções moldadas "in situ".

2.2.1 Linhas de intervenção

Pressupondo que não são os factores estritamente tecnológicos que representam o maior obstáculo à difusão da pré-fabricação, conclui-se que futuramente os esforços para o estabelecimento de uma nova perspectiva sobre a pré-fabricação no país deverão contemplar o seguinte:

- [1] Demonstrar a validade desta tecnologia, tomando como exemplo as experiências ocorridas noutros países;
- [2] Apresentar obras nacionais e internacionais que tenham um carácter inovador e que tragam uma contribuição objectiva no sentido de aplicação dos novos conceitos inerentes à construção pré-fabricada;
- [3] Ultrapassar o estigma que no passado associou a construção pré-fabricada à uniformidade, à monotonia e à rigidez na arquitectura;
- [4] Demonstrar que para além da qualidade arquitectónica, as novas obras pré-fabricadas possuem qualidades intrínsecas relativas ao nível do acabamento e às exigências de conforto do utilizador final;
- [5] Divulgar a existência de novas tecnologias à base de betão de alto desempenho e outras inovações tecnológicas aplicadas na execução de obras recentes e emblemáticas;
- [6] Sensibilizar os intervenientes para as vantagens ambientais, energéticas e produtivas deste processo construtivo.

3 Desempenho ambiental e energético

A preservação do meio ambiente é actualmente um desafio global e determinante. O sector da construção ocupa uma posição central nesse esforço. Mas, a maioria das actividades de construção continua a produzir um impacto muito desfavorável sobre o meio ambiente em termos de consumo de energia, utilização irracional de recursos naturais, poluição, ruído e desperdício durante a produção. Ao reduzirem-se os períodos de construção, o impacto da actividade de construção no ambiente local será significativamente diminuído.

Também neste campo vários estudos [4] apontam a pré-fabricação como uma solução adequada e competitiva.

A nível Europeu, a pré-fabricação tem sido mesmo encarada como tendo um papel determinante no sentido de tornar as actividades de construção mais sustentáveis. No âmbito do programa PREPARE (Preventative Environmental Protection Approaches) [5] um grupo de trabalho que se dedica a analisar a construção e tem a tarefa específica de considerar e analisar tecnologias eficientes no pré-fabrico avançou com os seguintes potenciais benefícios:

- Redução de 50% na quantidade de água utilizada para construir uma casa típica;
- Redução de 50% no uso de materiais oriundos de uma pedreira;

- Redução de pelo menos 50% no consumo de energia.

Ao nível das unidades de produção, há conhecimento de algumas iniciativas que alguns fabricantes nacionais têm desenvolvido tendo em vista minimizar os impactos ambientais e que merecem referência:

- As águas residuais industriais, que têm origem no processo de fabrico dos pré-fabricados, são tratadas em ETAR's industriais, dimensionadas para esse efeito, e reaproveitadas no processo de fabrico. Assim, estas águas circulam em circuito fechado. As lamas resultantes deste processo são depois recicladas numa entidade acreditada para o efeito;
- Os restos de betão são reduzidos a pó e depois reintegrados no processo de fabrico dos pré-fabricados, funcionando assim como um sistema de produção fechado, onde todo o material gasto é processado e utilizado novamente.

Por outro lado, a pré-fabricação satisfaz os requisitos da desconstrução de um edifício enquanto processo que se caracteriza pelo seu desmantelamento cuidadoso, de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reutilização e reciclagem [6]. Com efeito, é necessário, a par da promoção da regulamentação ambiental, desenvolver e implementar técnicas e processos construtivos, designadamente a pré-fabricação, que potenciem a implementabilidade da desconstrução melhorando o conhecimento e sensibilização para a importância da desconstrução junto dos intervenientes na actividade da construção, em especial, donos de obra, projectistas e empreiteiros.

4 Produtividade

4.1 Importância da racionalização do efeito de aprendizagem para a indústria de construção

Hoje em dia, é habitual referir-se o ambiente de competitividade, o decréscimo por ciclo e a rapidez de colocação do produto no mercado como chaves do sucesso e de sobrevivência de muitas empresas industriais. A par de outros factores, o processo produtivo assume neste âmbito, especial importância, desempenhando a aprendizagem dos intervenientes um papel decisivo [7]. De facto, nos últimos anos, grandes empresas industriais criaram e desenvolveram processos produtivos que facilitam o efeito de aprendizagem. Verifica-se que este é tanto mais sensível quanto maior for o empenho dos gestores de produção e das equipas de trabalho, a eficiência do processo global de produção e o suporte assegurado pelo resto da empresa, a adequação dos sistemas de organização, entre outros factores [8]. O sector da construção insere-se, naturalmente, cada vez mais, nesta lógica, e é por isso importante que as empresas de construção tirem partido do efeito de aprendizagem de modo a melhorar a sua produtividade, factor essencial no actual ambiente de competitividade.

Na verdade, a competitividade e a sociedade estão a forçar a indústria da construção a actualizar-se constantemente, melhorando a sua eficiência e as condições de trabalho através do desenvolvimento e inovação tecnológica e de novos sistemas e processos construtivos. A forma mais efectiva de industrializar o sector da construção civil é transferir o trabalho realizado em estaleiro para locais modernizados de fabrico permanente. Desta forma, a automação e o recurso à modelação e à standardização têm vindo a ser implementados afirmando-se como factores de extrema relevância no processo de pré-fabricação. A sua implementação possibilita a repetição e consequentemente potencia a aprendizagem o que se reflectirá numa execução mais rápida e económica.

Os fabricantes de pré-fabricados têm vindo a desenvolver manuais com rotinas de projecto para auxiliar os projectistas na elaboração e organização dos projectos. A standardização de sistemas

construtivos, componentes, ligações, etc., não significa apenas a industrialização da produção de componentes; a repetição de tarefas também significa evitar erros e experiências negativas. Desta forma, a “standardização” constitui também um factor económico importante no processo de pré-fabricação, na medida em que o fabrico em série e a redução de trabalho por unidade produzida propiciam um processo industrializado com alta produtividade.

5 Conclusões

A necessidade de implementar processos de construção mais eficientes e alternativos aos padrões tradicionais da construção, pode ser suprida com o recurso à pré-fabricação. A produção numa fábrica possibilita processos de produção mais eficientes e racionais, trabalhadores especializados, repetição de tarefas, controle de qualidade, etc.

O recurso à construção industrializada e consequente racionalização do processo de aprendizagem ajudarão a fazer face às actuais exigências produtivas, ambientais e energéticas que o sector da construção enfrenta, com evidentes vantagens para todos os intervenientes do sector.

A pré-fabricação oferece efectivamente ao sector da construção a possibilidade de se redefinir e afirmar enquanto indústria de produção e representa uma das mais positivas saídas para enfrentar os principais desafios e exigências com que o sector se depara.

Ainda assim a pré-fabricação enfrenta algumas dificuldades de implementação cuja análise e evolução tecnológica deverá procurar resolver como as ligações e outras que se deverão procurar desmistificar como o estigma social da baixa qualidade e o condicionalismo e restrição à criatividade conceptual.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos que permitiram a recolha da informação que esteve na base deste trabalho com especial evidência para os intervenientes do sector da pré-fabricação consultados

Referências

- [1] Sabbatini, Fernando H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. Tese de Doutoramento, USP-PCC, São Paulo 1989, 336p.
- [2] Premag: A pré-fabricação de elementos estruturais. Disponível em www.premag.com.br. Visitado em Março de 2007.
- [3] Estruturas de Betão Pré-fabricado. Elementos de apoio da disciplina de Materiais e Processos de Construção II, Instituto Politécnico de Tomar.
- [4] Waskett, Paul, Current Practice and Potential Uses of Prefabrication, BRE (Building Research Establishment): DTI (Department of Trade and Industry), project report n° 203032, Watford, 2003.
- [5] European Sustainability Group, Programme PREPARE (Preventative Environmental Protection Approaches), Disponível em www.prepare-net.org.
- [6] Couto, João P.; Couto, Armanda M. Reasons to Consider the Deconstruction Process as an Important Practice to Sustainable Construction, in Proc. *Portugal SB' 07: Sustainable Construction and Practices. Challenge of the construction for the New Millennium*, 12–14 September, 2007, Lisboa, Portugal, Vol. 1, pp. 76-81.

- [7] Couto, João P.; Teixeira, José C. O efeito da aprendizagem no planeamento da construção, *Revista Internacional CONSTRULINK – Estruturas e Construção*, Vol. 1, Nº 4, pp. 38-44, Outubro 2003.
- [8] Duarte, Deborah; Snyder, N. From Experience, Facilitating Global Organizational Learning in Product Development at Whirlpool Corporation, *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 14, Nº 1, pp. 48-55, Janeiro 1997.