

CONCRETO PRÉ-FABRICADO: PROCESSOS EXECUTIVOS

Carlos José de Moraes Kling¹
Rita de Cássia Teixeira Assis²

CarlosKling@hotmail.com

RESUMO:

A busca da modernização na construção civil torna cada vez maior a procura por materiais que sejam eficientes, baratos, econômicos e práticos. Visando não só reduzir os custos da obra, mas também o seu tempo de execução e garantir maior qualidade ao empreendimento, os materiais pré-fabricados e pré-moldados vêm de encontro a esta busca. Por isso o concreto pré-moldado vem ocupando um espaço cada vez maior no mercado da construção no Brasil e aparecendo com destaque em vários empreendimentos, tendo a seu favor a redução de desperdício de materiais que permite que a execução seja mais rápida e o reaproveitamento de materiais em comparação com os sistemas convencionais de concreto moldado in loco. A proposta do trabalho é, primeiramente, realizar um estudo bibliográfico a respeito do tema e analisar os seus processos de produção, identificando os seus benefícios e os seus pontos negativos. Para tal, serão usadas pesquisas bibliográficas. A agilidade, a economia e a eficiência gerada com a utilização de artefatos de concreto pré-fabricado na execução de empreendimentos comerciais, apesar de exigir emprego de mão de obra especializada, vêm fazendo crescer a sua utilização de forma acelerada nos últimos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil; Materiais; Concreto.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de construção civil vem cada vez mais exigindo métodos construtivos mais econômicos e de qualidade. Para tal, o pré-moldado e a pré-fabricação do concreto entram como boas alternativas. Sua utilização traz vários benefícios como o reuso de formas e considerável redução de desperdício, gerando economia e rapidez de execução além de maior facilidade no controle da qualidade na construção civil.

São materiais versáteis que possibilitam diversas aplicações dentro da construção civil. Torna-se de fundamental importância para engenheiros e arquitetos conhecerem as melhores aplicações deste sistema construtivo de estruturas como também quando e onde é mais usual.

¹ Acadêmico do 8º período do curso Engenharia Civil – Faculdade Vértix TR – UNIVÉRTIX.

² Graduada em Engenharia Civil; Especialista em Docência do Ensino Superior; Professora da Faculdade Vértix TR – UNIVÉRTIX.

O trabalho tem como objetivo descrever os processos executivos necessários para a fabricação de peças de concreto pré-moldado e as normas que regem sua execução.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

A norma ABNT, NBR 9062:2017, define o concreto pré-moldado como sendo o elemento feito fora do local que será aplicado, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, sendo inspecionado individualmente ou por lotes, pelo próprio construtor. A fiscalização é do proprietário ou de organizações especializadas e que não necessitam de controle no laboratório ou instalações congêneres próprias. O pré-fabricado é executado industrialmente, podendo ser em instalações temporárias em canteiros de obra, mas sobre rigorosas condições de controle de qualidade.

Pode-se dizer que o pré-moldado surgiu junto com o surgimento do concreto armado. Para Vasconcelos (2002) não se pode afirmar com precisão quando teve início a fabricação pré-moldada do concreto, pois na origem o concreto armado já era moldado fora do local de sua aplicação final.

Um dos primeiros a utilizar o concreto pré-moldado na construção civil foi o engenheiro britânico John Alexander Brodie, que desenvolveu placas pré-moldadas em concreto para construção rápida e econômica, utilizando em várias obras em Liverpool. Segundo Dawson (2003), no fim dos anos 40 e durante os anos 50, o desenvolvimento dos guindastes possibilitou uma mudança significativa na indústria da construção civil dando origem aos processos mecanizados e possibilitando aos arquitetos passarem a projetar edificações de escritórios com amplas áreas livres de pilares.

Outro fator preponderante foi a demanda gerada após a Segunda Grande Guerra por moradias. O aumento da demanda por pré-moldados possibilitava economia de mão-de-obra e utilização de equipamentos que agilizavam o erguimento das edificações. Os edifícios construídos de forma industrializada em contraste com os edifícios de blocos da época atendiam ao seu objetivo principal, porém a aparência e qualidade deixavam a desejar de acordo com Dawson (2003).

2.1.1 Concretos pré-moldados no Brasil

O Jockey Clube ou hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro foi a primeira grande obra que utilizou peças pré-moldadas em 1926. Foi executada pela construtora dinamarquesa Christiani-Nielsen e encontra-se em pleno funcionamento. Diversas soluções em concreto pré-moldado foram utilizadas como estacas e as cercas no perímetro da área reservada ao hipódromo (VASCONCELOS, 2002).

2.1.2 Vantagens e desvantagens do uso de pré-moldados de concreto

Segundo Munte (2007) e Albuquerque e El Debs (2005) a industrialização dos processos executivos e a utilização do concreto pré-moldado são uma forte tendência na construção civil. Nos Estados Unidos e Europa é grande o número de obras que utiliza esta técnica demonstrando a sua viabilidade econômica, técnica e estética do sistema. Esses fatores estão atrelados as seguintes vantagens:

Rapidez na execução - Agilidade e alta produtividade obtidas pela troca de processos artesanais e aumento progressivo da industrialização, reduzindo-se o tempo da obra para um terço, fazendo com que a utilização de pré-moldados ganhe mercado em obras de edifícios de escritórios, hotéis e shopping centers, onde se necessita da construção rápida para que se comece a obter um retorno financeiro (FERREIRA, 2003);

Qualidade dos materiais - O controle rigoroso na produção do concreto, com precisão nas dosagens, a montagem da armadura, com utilização de formas metálicas e a maior eficácia na mistura do concreto resultam em peças com maior precisão dimensional e qualidade. Assim obtemos peças com alta resistência através do uso de concreto de alto desempenho e protensão em vigas e lajes (ACKER, 2002);

Durabilidade – Com a utilização de processos controlados de produção de concreto consegue-se reduzir o valor água/cimento tornando ele menos permeável e, conseqüentemente, com maior durabilidade com menor tempo de cura e alta resistência inicial. (MUNKELT, 2010);

Redução do desperdício - A análise prévia dos detalhes das peças reduz as adaptações e improvisações em obra e a utilização de formas metálicas auxiliam na redução do desperdício executando-se uma obra mais limpa e reduz os custos (Silva, 2003);

A Redução no uso de formas, escoras e estoques - As peças chegam prontas na obra, não tendo necessidade do uso de formas de madeira e dispensando na

maioria dos casos, o uso de escoras durante a montagem. Redução de áreas de estoque no canteiro de obras de matéria-prima, como cimento, brita e areia;

Condições meteorológicas - Menor dependência das condições meteorológicas devido à parte da produção será realizada em fábrica, redução do tempo de execução no canteiro de obras, fazendo com que a produção não seja demasiadamente afetada por chuvas, dias de calor excessivo e outras condições adversas do clima (ACKER, 2002);

Risco de acidentes - A utilização de elementos pré-moldados reduz o número de operários na obra, local com grandes riscos de acidentes de trabalho. A implementação dos programas de segurança no trabalho ocorre de maneira mais fácil nas fábricas (Silva, 2003);

Flexibilidade arquitetônica - A diversidade de painéis, estruturas e acabamentos, com diferentes formas, texturas e cores que temos hoje em dia contraria o pensamento comum que a pré-fabricação está ligada a peças iguais e retas;

A falta de conhecimento e experiência para projeto e execução de obras em pré-moldados pode ser considerada uma das dificuldades em relação ao uso do concreto convencional. Algumas desvantagens do uso desse sistema:

Custo maior – Geralmente o custo de uma obra em pré-moldado é maior do que a mesma obra em concreto convencional. Mesmo quando os cálculos consideram as vantagens do concreto pré-moldado em valores monetários, seu custo final ainda é maior. Carneiro (2013) constatou isso no estudo de caso realizado para uma central de logística composta por galpões. O custo da edificação pré-fabricada foi 43,23% maior que a moldada in loco, quando não se considera as perdas do sistema convencional; 10,18% maior considerando as perdas existentes e 7,48% maior levando-se em conta 28 perdas e juros com empréstimos no sistema convencional.

O transporte das peças – O deslocamento das peças da fabricação para os locais definitivos de utilização assim como as limitações do transporte. O tamanho das peças é restringido pelo tipo de transporte a ser utilizado. Esses fatores podem chegar a inviabilizar o uso de pré-moldados no caso da necessidade de um longo deslocamento (EL DEBS, 2000).

Esforços solicitantes em situações transitórias - A NBR 9062 (2006) exige que a análise dos elementos seja realizada considerando-se todas as etapas pelas quais

o elemento pode passar, sendo que as fases que frequentemente exigem verificação dos elementos são: a fabricação, o manuseio, o armazenamento, o transporte, a montagem e a construção. Portanto, durante o dimensionamento, todas as condições desfavoráveis devem ser levadas em conta, o que pode gerar um aumento na quantidade de aço utilizada na estrutura;

A logística no canteiro - Necessidade de um grande espaço no canteiro para o recebimento dos elementos. Os equipamentos devem ser adequados para carga, descarga e movimentação das peças e para a correta montagem da estrutura;

Execução das ligações e juntas – A correta montagem em especial na execução das ligações de elementos de COM é fundamental para evitar desvios geométricos e folgas, fator frequente do aparecimento de manifestações patológicas de acordo com Silva (2003);

Mão de obra especializada - São necessários operários qualificados para a execução da montagem das peças, encaixes e juntas e travamentos. Há falta de operários qualificados nessa área, o que gera a necessidade de treinamentos e fiscalização mais rígida;

Alto investimento inicial – O investimento inicial no concreto pré-moldado é bem mais alto do que nas obras convencionais, tanto financeiro quanto em planejamento e detalhamento dos projetos. (ABCIC, 2013) Problemas em canteiros são ainda mais complicados de serem solucionados. Cada edificação tem suas particularidades e a escolha do sistema construtivo influencia em todas as etapas do empreendimento.

3. METODOLOGIA

Este estudo se baseou em uma pesquisa bibliográfica, através de uma variedade de autores e fontes teóricas referenciadas neste trabalho, localizados na plataforma do Google Acadêmico, além de material impresso, na busca do conhecimento que permite um melhor entendimento e, conseqüentemente, formação de ideias acerca do que se busca pesquisar, e se justifica por compreender que este método construtivo é um processo industrializado com grande potencial onde o fator racionalização de materiais, escassez de mão de obra e introdução de sistemas de automatismo na construção onde o fator tempo de construção é importante.

Para Fonseca (2002, p.32), pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos

e eletrônicos, permitindo ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas também foram consultadas a fim de se obter informações técnicas da fabricação e utilização dos artefatos pré-fabricados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos projetos de elementos estruturais pré-moldados, deve ser consultada a NBR 6118/2014 – Projeto e execução de obras de concreto armado e procedimentos e a NBR 12655/2006 – Concreto. Preparo, controle e recebimento.

4.1 MATERIAIS

Na produção dos artefatos de concreto pré-fabricados são utilizadas formas e são preenchidos pelo concreto armado, constituído pelos materiais: cimento, agregados, aditivos e armadura. Nestas estruturas de concreto armado o seu comportamento estrutural é influenciado pela aderência entre o concreto e a armadura. Para melhorar este quesito são utilizadas barras nervuradas.

4.1.1 Formas

Segundo Melhado (1998), são estruturas provisórias, normalmente de madeira, metálica, de fibra, de plástico ou mistas. Tem por finalidade dar forma e suporte aos elementos de concreto até a sua solidificação. Visando facilitar a desforma e não danificar as peças concretadas, pode-se aplicar produtos antiaderentes na forma antes do posicionamento das armaduras. Hoje em dia está sendo dispensada maior atenção para as formas na construção civil e, por causa do alto custo da madeira, a exigência de maior qualidade, a redução de custos com perdas e maior produtividade da mão-de-obra e a competitividade.

São de fundamental importância na construção civil atualmente o dimensionamento de formas e escoramentos provisórios, com planos de montagem e desmontagem e o reaproveitamento na mesma obra.

4.1.2 Cimento

É um pó fino com propriedades ligantes que endurece quando submetido a ação da água e que, depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à água, não se decompõe mais.

Segundo Acker (2002), os mais utilizados em peças pré-fabricadas são o CP V – ARI e o CP I (composto). O CP V proporciona alta reatividade nas primeiras horas de aplicação atingindo resistências elevadas em um curto intervalo de tempo. É muito utilizado em obras industriais que exigem um tempo de desforma menor.

4.1.3 Agregados

Para Metha e Monteiro (2014), são materiais (areia e pedra) em forma de grãos, sem tamanho ou dimensões fixas, que são adicionados ao cimento e a água para formar o concreto. Cada elemento tem uma função específica na mistura.

A fim de evitar manchas na superfície das peças de concreto deve-se evitar utilizar agregados lamelares, alongados e os que possam ter muito pó aderido na superfície.

4.1.4 Aditivos

Para Metha e Monteiro (2014), nos pré-fabricados, o aditivo mais utilizado são redutores de água de alta eficiência, sendo que esses aditivos não devem influenciar no início de pega do cimento e no teor de ar incorporado.

A utilização de aceleradores de endurecimento à base de cloretos não é recomendada porque podem gerar corrosão na ferragem.

São necessários ensaio em laboratório quando é adicionado qualquer tipo de aditivo.

4.1.5 Armação

Os aços utilizados em pré-moldados devem obedecer as Normas Brasileiras NBR 7480. As amaduras e armadas são constituídos de barras de aço, arame, telas soldadas que tem por finalidade conferir a estrutura resistência à tração suprindo a deficiência do concreto que apresenta ótima resistência à compressão. As ferragens são feitas sob medida de modo a reduzir o desperdício de materiais.

A união do concreto com a armadura torna o componente resistente às tensões de compressão e tração devido às características dos materiais.

4.2 PRINCIPAIS PROPRIEDADES

Aplica-se a NBR 6118 complementada pelo disposto na NBR 7197 quanto à trabalhabilidade, à durabilidade, ao diagrama tensão-deformação, ao módulo de

deformação longitudinal, à compressão, ao módulo de deformação transversal, ao coeficiente de Poisson, ao coeficiente de dilatação térmica, à retração e fluência.

4.3 Critérios Normativos

É especificado na NBR 9062 as condições mínimas para projetos, execução e controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou protendido. Estão enquadradas na norma também as estruturas mistas, que são constituídas de elementos pré-moldados e elementos moldados no local.

Os elementos pré-moldados são produzidos fora do seu local de utilização e executados sob controle de qualidade. Os pré-fabricados e pré-moldados são processados industrialmente, podendo ser produzidos em instalações provisórias no canteiro de obra, sob rigoroso controle de qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artefatos de concreto pré-fabricado têm sido amplamente utilizados na construção civil, especialmente na execução de empreendimentos comerciais devido à velocidade, agilidade, economia e eficiência gerada, apesar de exigir emprego de mão de obra especializada.

Vêm crescendo de forma acelerada nos últimos anos, impulsionado pelos investimentos industriais.

Os processos de cálculo relativo às estruturas pré-moldadas são basicamente os mesmos utilizados em estruturas moldadas *in loco*. É necessário dimensionar e verificar a peça em todas as fases, podendo apresentar condição desfavorável quanto ao estado limite último e de utilização. As fases que frequentemente estes elementos passam são: fabricação, manuseio, armazenamento, transporte, montagem e serviço.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9062: **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Procedimento de estruturas de concreto**. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7197: **Projeto de estruturas de concreto protendido**. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: **Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado**. 1994.

ABCIC - Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto. Institucional. **Manual técnico de pré-fabricados de concreto**. São Paulo: ABCI, 1987.

ABCIC. **Pré-fabricados de concreto**. Curso básico de construção, São Paulo, 2013.

ACKER, Arnold Van. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução por: Marcelo de Araújo Ferreira. FIP, 2002.

CARNEIRO, Laísa do Rosário Souza. **Estudo geral dos principais sistemas estruturais em concreto pré-moldado no Brasil**: análise dos principais aspectos normativos, de custo e tempo de execução em duas obras na cidade de Belém-PA. 2013.

DAWSON, Susan. Cast in concrete: **A guide to the design of precast concrete and reconstructed stone**. The Architectural Cladding Association. Leicester, 2003.

EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. Disponível em: <http://ofitexto.aquivo.s3.amazonaws.com/Concreto-pre-moldado-fundamentos-e-aplicacoes-DEG.pdf> Acesso em: 05 set 2019.

FERREIRA, M.A. **A importância dos sistemas flexibilizados**. 2003. 8p. (Apostila).

FONSECA, J.J.S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

MELHADO, S. B.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: Projeto. EPUSP/SENAI, 1998.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedade e materiais**. 2. Ed. São Paulo. IBRACON, 2014.

MUNKELT, Gary. K. **Durable precast concrete**: the long-term solution for above-ground and below-ground application. 2010.

MUNTE CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, Adcleides Araújo. **Módulos celulares pré-fabricados de concreto protendido para construção de lajes nervuradas**. 2003. Dissertação (Mestrado) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil**: pré-fabricação, monumentos, fundações, volume I. São Paulo: Studio Nobel, 2002.