



Capitão-de-Fragata (EN) Marcos Araujo Braz de Oliveira
Chefe do Grupo de Gerenciamento dos Projetos e de Fiscalização das Obras Civas Relativas ao PROSUB, a cargo da DOCM

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Especializado em Engenharia de Avaliações.



Primeiro-Tenente (EN) Vinícius Calazans Moraes
Membro do Grupo de Gerenciamento dos Projetos e de Fiscalização das Obras Civas Relativas ao PROSUB, a cargo da DOCM

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO ARMADO NAS OBRAS DO ESTALEIRO E BASE NAVAL DO PROSUB (EBN)

1- INTRODUÇÃO

Dando prosseguimento aos artigos publicados nas edições anteriores da presente revista, sobre as obras civis do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), será abordado nesta edição um tipo especial de método construtivo que emprega elementos pré-moldados de concreto armado. Tal método permite uma velocidade maior na execução das estruturas de concreto armado e, conseqüentemente, diminui o prazo total do cronograma de execução das obras.

Não é possível precisar exatamente quando se iniciou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado provém da pré-moldagem de elementos fora de seu local de uso. Em virtude disso, pode-se estimar que a pré-moldagem tenha se originado com o advento do concreto armado.

Um elemento é considerado pré-moldado quando é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura e com controle de qualidade segundo normatização específica.

As fases por que frequentemente passam os elementos pré-moldados são: dimensionamento, fabricação, manuseio, armazenamento, montagem, inspeção e transporte, sendo as principais detalhadas a seguir.

2 - FASES

2.1 - DIMENSIONAMENTO

A norma brasileira específica para projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado é a NBR 9062, que determina as condições mínimas para projeto, execução e controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou protendido,

excluídas aquelas em que se empreguem concreto leve ou outros especiais. Esta norma também se aplica às estruturas mistas, ou seja, àquelas constituídas parcialmente de elementos pré-moldados e elementos moldados no local.

Os métodos de cálculo relativos às estruturas pré-moldadas são basicamente os mesmos utilizados em estruturas moldadas no local (NBR 6118).

É importante que no dimensionamento, o elemento estrutural em estudo seja verificado nas condições mais desfavoráveis de utilização, pois desta forma se contribui para o aumento de sua vida útil e capacidade de utilização.

2.2 - FABRICAÇÃO

2.2.1- USINAGEM DO CONCRETO E ARMAZENAMENTO DOS PRÉ-MOLDADOS

Atualmente, a obra do Estaleiro e Base Naval (EBN) em Itaguaí está dividida por três grandes áreas: Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), Área Norte e Área Sul. A Área Norte atua como canteiro de apoio para a produção de pré-moldados e estacas que estão sendo utilizados na Área Sul.

De forma simplificada, os principais setores empregados na fabricação e armazenagem de pré-moldados na Área Norte são:

- a central de concreto;
- o reservatório de água;
- a baía de agredados; e
- a área de estocagem de pré-moldados.



Figura 1 – Fotografia aérea da Área Norte.

Legenda:

- A - Central de concreto;
- B - Reservatório de água;
- C - Baía de agregados; e
- D - Área de estocagem de pré-moldados.

A - Central de concreto

O concreto é dosado em central misturadora, ou seja, é produzido em equipamento que faz a mistura completa dos materiais componentes do concreto, antes de sua transferência para o transporte em caminhão betoneira ou outro tipo de equipamento com caçamba, dotado ou não de agitação.

A média de produção de pré-moldados na Área Norte é de aproximadamente 20 peças por dia. Este número tenderá a aumentar à medida em que forem ocorrendo a aprovação de projetos, a liberação de peças para transporte e a intensificação das atividades na Área Sul.

B - Reservatório de água

O Reservatório de água possui um volume total de 1.100 m³, sendo destinado exclusivamente à água de fabricação do concreto. A água é bombeada e transportada até os castelos d'água da Central de Concreto, por tubulações subterrâneas e superficiais.

A água destinada ao concreto deve ser limpa e isenta de óleos, álcalis, sais, matéria orgânica e de outras substâncias consideradas prejudiciais. Se houver suspeita quanto à possibilidade de seu emprego em concreto, a mesma deve ser submetida aos ensaios comparativos pertinentes, sendo qualquer indicação de má qualidade o suficiente para a sua rejeição.

C - Baía de agregados

Na baía de agregados são estocados a areia e a brita que, posteriormente, são transportados até a Central de concreto. Além da areia, brita e água, também constituirão o concreto: cimento e aditivos.

Os cimentos mais indicados para peças pré-fabricadas são o CP V – ARI e o CP I (composto), da classe 40, pois ambos proporcionam elevadas resistências iniciais.

Os principais aditivos utilizados em pré-fabricados são os redutores de água de alta eficiência: os polifuncionais e os superplastificantes. Recomenda-se que para a utilização de qualquer aditivo, sejam realizados ensaios em laboratório.

D - Área de estocagem de pré-moldados

A Área Norte possui um total de 25.396 m² de área para a estocagem de pré-moldados. No referido local devem ser observadas as boas condições de compactação e nivelamento do terreno, posicionando-se os dormentes, quando necessário, em quantidades e distâncias entre eles de acordo com o especificado em projeto executivo.

2.2.2 - MONTAGEM DAS ARMADURAS

A montagem das armaduras é executada conforme o projeto, podendo ser feita diretamente na peça a ser armada ou pré-montada no canteiro. Os posicionamentos e quantidades de espaçadores na armadura deverão ser em função do tipo e peso da mesma para manter a regularidade do cobrimento, conforme especificado em projeto.

Depois de montadas, as armaduras são posicionadas em formas de madeira ou formas metálicas. As bases de apoio das formas são em concreto armado com piso acabado “queimado” (liso) para facilitar a retirada das peças.

Após a limpeza e posicionamento da armadura, pode-se efetuar o lançamento do concreto. O con-



Figura 2 – Montagem com forma de madeira (à esquerda) e forma metálica (à direita).

creto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras.

Cuidados devem ser tomados para manter a homogeneidade do concreto. A altura da queda livre não pode ultrapassar 2,0m. Para peças estreitas e altas, o concreto deve ser lançado por janelas abertas na parede lateral, ou por meio de calhas, podendo haver auxílio dos vibradores de parede.

Após a concretagem e acabamento das superfícies superiores, deve ser feita a cura rigorosa do concreto, utilizando água, mantendo saturada a superfície de enchimento da forma (parte superior da peça) durante um mínimo de 24 horas.

Na obra, a desforma, ou seja, o processo de retirada das formas após o endurecimento do concreto, está sendo realizado num prazo mais rápido do que o convencional, em média 14 horas, devido ao uso de um aditivo acelerador de pega, que garante a rápida liberação das formas e escoramentos, além de um aumento das resistências iniciais do concreto. Após a desforma, a peça é submetida a uma cura rigorosa utilizando água, durante um período mínimo de 03 dias.



Figura 3 – Peça concretada

2.3 - INSPEÇÃO

A inspeção consiste em verificar, visualmente, se há anomalias na peça concretada, efetuando as devidas correções sugeridas por um especialista em recuperação estrutural.

A escarificação do local de reparo, que é o corte de 1cm a 5cm de concreto, pode ser executada por processo manual, através de ponteiro e marretinha ou mecânico com martelete rebarbador elétrico ou pneumático, desde que, o material solto, mal vibrado e segregado seja totalmente retirado até atingir concreto são.



Figura 4 – Lixamento da peça após o estucamento.

Nos casos em que os pré-moldados apresentam pequenos buracos e/ou bolha sem apresentar armadura exposta, deve-se emboçar o local com pasta de cimento com consistência plástica e resina acrílica, conforme instrução do fabricante da emulsão acrílica; o acabamento deve ser executado por lixamento.



Figura 5 – Regularização da superfície após tratamento.

2.4 - MANUSEIO E TRANSPORTE

Os elementos pré-moldados são suspensos e movimentados através de guindastes, pórticos mecânicos e acessórios apropriados em pontos de suspensão, como anilhas, cabos de aço, cordoalhas, aço em barra ou furos realizados diretamente no concreto durante a produção dos elementos pré-moldados, perfeitamente definidos e especificados no projeto executivo visando evitar choques e movimentos abruptos.

Na obra existe um planejamento para a movimentação de peças/equipamentos com total segurança e reduzindo ao mínimo os riscos de problemas durante os serviços, denominado de "Plano de Rigging". Para a realização deste planejamento são empregados modernos programas computacionais que contam com o apoio de uma equipe técnica.

Após aprovada e liberada, a peça é transportada da Área Norte à Área Sul através de uma balsa.



Figura 6 – Balsa para o transporte dos pré-moldados até a Área Sul.

3 - CONCLUSÃO

Em virtude de tudo o que foi mencionado, percebe-se a importância dos pré-moldados como um método construtivo rápido, econômico e eficiente.

Desde a sua origem até os dias atuais, os pré-moldados continuam sendo bastante utilizados, com aplicações em obras de infra-estrutura urbana, como na execução de muros de arrimo e tubulações de concreto, além de obras de construção pesada, como na construção de pontes e de edificações.

Em se tratando das obras civis do PROSUB, a sua aplicação é fator determinante para alcançar as metas estabelecidas nos cronogramas, bem como elevar a qualidade das diversas estruturas de concreto armado que são construídas.

4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNER-EM034, 1997. Água para Argamassa e Concreto de Cimento Portland. P.01/03.
- EBN-OPR-7100131-PR-0001. Procedimento. Estocagem e Carregamento de Pré-Moldados.
- EBN-OPR-7100131-PR-0003. Procedimento. Fabricação de Pré-moldados (fôrma, armação, concretagem e cura).
- EBN-OPR-0000131-PR-0001. Procedimento. Produção de Concreto Dosado em Central Misturadora.
- EBN-OPR-0000131-PR-0004. Procedimento. Tratamento de Pequenas Falhas de Concretagens.
- Serra, S.M.B.; Ferreira, M.de A.; Pigozzo, B. N. Evolução dos Pré-fabricados de Concreto.
http://www.set.eesc.usp.br/1enppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf.