FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CONCRETO PRÉ-FABRICADO

JUAZEIRO-BA
SETEMBRO/2009

EDIVALDO DE CASTRO JUNIOR
LUIZ SANTIAGO SOUZA DO N. DE LACERDA

CONCRETO PRÉ-FABRICADO

Estudo teórico sobre concreto pré-fabricado contendo definições, vantagens e desvantagens de seu uso, materiais que são utilizados para a sua produção, suas propriedades, critérios normativos e práticos em relação ao seu dimensionamento e suas aplicações em estruturas com orientação do Professor Msc. Anderson Henrique Barbosa.

JUAZEIRO-BA
MAIO/2009

1. INTRODUÇÃO

"Não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado nasceu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado. A realização de estruturas com concretagem local surgiu depois." (VASCONCELOS, 2002).

A área de pré-fabricados tem se tornado alvo de investimentos de pequenas, médias e grandes indústrias devido ao nível de procura, pois ele proporciona facilidade e rapidez à construção.

A Norma Brasileira que rege o assunto é a NBR 9062 – Projetos e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

2. DEFINIÇÃO

Comumente os termos pré-fabricado e pré-moldado são confundidos e às vezes utilizados com a mesma finalidade, porém segundo a Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Aracajú/SE:

- Elemento Pré-fabricado é um elemento pré-moldado produzido em escala industrial, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, obedecendo a manuais e especificações técnicas, por pessoal treinado e qualificado, sob condições rigorosas de controle de qualidade, inclusive em laboratório, identificados individualmente ou por lote.

- Elemento Pré-moldado é um elemento executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, mas sujeito à inspeção do próprio construtor.

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Vantagens:

- Os elementos são produzidos em formas próprias reutilizáveis;
- Redução de desperdícios com materiais;
- Redução de mão-de-obra;
- Rapidez na execução da obra;

- Garantia de usar o artefato de cimento necessário na obra, com a resistência que ela precisa;
- Montagem seca;
- Reduzir o custo com o cimbramento.

Desvantagens:

- Uso de formas para produzir a peça;
- Controle rigoroso da produção;
- Detalhamento do projeto e planejamento antecipado e criterioso do empreendimento;
- Mão-de-obra especializada;
- Carga, descarga e movimentação dos artefatos;
- Armazenagem adequada.

4. MATERIAIS UTILIZADOS

Os artefatos de concreto pré-fabricados são feitos em formas e são constituídos de cimento, agregados, aditivos e armadura.

4.1 FORMAS

Podem ser de madeira, aço ou alumínio. São revestidas ou não com chapas metálicas, de fibra, plástico ou outros materiais.

Elas devem proporcionar fácil desmoldagem sem a danificar o elementos concretados, para isso são utilizados produtos anti-aderentes que deverão ser aplicados antes da colocação da armadura. Os anti-aderentes não deverão exercer qualquer ação química sobre o concreto, nem deixar em sua superfície, resíduos que venham a prejudicar a aplicação de revestimentos.

4.2 CIMENTO

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

Para a fabricação dos artefatos com uso de protensão com aderência direta e na calda de injeção de pós-tensão, não pode-se utilizar o CP III (alto forno), pois em sua composição existem elementos que podem causar a sua ruptura quando os cabos estiverem sob tensão.

Atualmente o uso dos cimentos estruturais coloridos e de cor branca está em alta, devido ao aumento da participação de Arquitetos no desenvolvimento de sistemas pré-fabricados.

4.3 AGREGADOS

Com relação à utilização dos agregados deve-se ter um cuidado especial para que não sejam utilizados agregados lamelares, alongados e os que possam ter muito pó aderido na superfície. Pois estes podem acarretar manchas na superfície da peça de concreto.

Para as peças que irão ficar em contato com ambientes úmidos tem-se que escolher o agregado adequadamente para evitar possíveis reações com os álcalis do cimento.

4.4 ADITIVOS

Os principais aditivos utilizados em pré-fabricados são os redutores de água de alta eficiência (polifuncionais e superplastificantes), contudo esses aditivos não devem influenciar no início de pega do cimento e no teor de ar incorporado.

Não se recomenda a utilização de aceleradores de endurecimento à base de cloretos, pois podem proporcionar a corrosão da armadura.

Para os concretos coloridos, utilizam-se corantes, mas os mesmos não devem interferir na resistência da peça.

Recomenda-se que para a utilização de qualquer aditivo, sejam realizados ensaios em laboratório.

4.5 ARMAÇÃO

Os aços a serem empregados podem ser constituídos de barras, fios, telas soldadas e cordoalhas.

5. PRINCIPAIS PROPRIEDADES

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 e à retração e fluência aplica-se o disposto na NBR 6118 e, complementarmente, o disposto na NBR 7197.

6. CRITÉRIOS NORMATIVOS E PRÁTICOSEM RELAÇÃO À PRODUÇÃO E DIMENSIONAMENTO

A NBR 9062 é a norma que determina as condições mínimas para projetos, execução e no controle de estruturas pré-moldadas de concreto armado ou pro tendido, sendo excluídas as que utilizam concreto leve ou outros especiais. Ela aplica-se também a estruturas mistas, que são aquelas que são constituídas de elementos pré-moldados e elementos moldados no local. A norma define uma distinção entre elementos pré-moldados e pré-fabricados. Os pré-moldados são fabricados fora do local de utilização da estrutura, com controle de qualidade. Os elementos pré-fabricados são pré-moldados executado industrialmente mesmo em instalações provisórias do canteiro, sob rigoroso controle de qualidade.

Os processos de cálculo relativo às estruturas pré-moldadas são basicamente os mesmos utilizados em estruturas moldadas no local. É preciso dimensionar e verificar o elemento em todas as fases que ele possa passar e apresentar condições desfavoráveis quanto ao estado limite último e de utilização. As fases que freqüentemente passam os elementos são:

a) fabricação
b) manuseio

c) armazenamento
d) transporte
e) montagem
f) serviço

5.1 TOLERÂNCIAS

A norma descreve tolerância como sendo o valor máximo aceito para o desvio(Diferença entre a dimensão básica(de projeto) e a correspondente executada.), e deve ser obrigatoriamente prescrito no projeto. E necessário estabelecer folgas e tolerâncias e dimensionar os elementos e ligações, levando em conta os desvios de produção, locação e verticalidade da obra e de montagem dos elementos. A tolerância para dimensão longitudinal é indicada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tolerâncias para as dimensões longitudinais

Comprimento(m)	Tolerância(cm)
Até 5,00	Mais ou menos 1,00
De 5,00 a 15,00	Mais ou menos 1,50
Acima de 15,00	Mais ou menos 2,00

Alem dessas tolerâncias mostradas no quadro acima a norma descreve uma serie de tolerâncias que são citadas abaixo:

1) A tolerância para as dimensões transversais e a altura dos elementos é de mais ou menos 0,5 cm para peças isoladas.

2) Na montagem de elementos que tenham um contorno justaposto a um contorno semelhante, de outro elemento, a tolerância de justaposição é 2,0 cm.

3) A tolerância para montagem em planta é de ± 1,0 cm entre apoios consecutivos, não podendo exceder o valor acumulado de 0,1% do comprimento da estrutura.

4) A tolerância em relação à verticalidade é de± 1/300 da altura até o máximo de 2,5 cm.

5) No caso de as fundações terem sido executadas com desvio em relação ao projeto que impeça a montagem conforme as diretrizes expressas em 3) é exigida a execução de uma estrutura intermediária de transição que possibilite a montagem dentro das especificações aqui definidas.

6) A tolerância em planta e em elevação para montagem dos pilares é de ± 1,0 cm.

7) A tolerância em planta para montagem dos blocos pré-moldados sobre a fundação é de ± 5,0 cm.

8) A tolerância em planta para a posição final das estacas ou tubulões é de ± 10,0 cm.

5.2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS

O dimensionamento de elementos pré-moldados devem ser feitos verificando os estados limites ultimo, de utilização e deformação. Para estado de limite ultimo a verificação das peças é feita utilizando os mesmos critérios de dimensionamento para concreto armado prescrito na NBR 6118.

No estado limite de utilização os elementos devem ser verificados obrigatoriamente nas fases de fabricação, manuseio, armazenamento, transporte, montagem e serviço quanto à fissuração, e eventualmente quanto às deformações, conforme prescrito nas NBR 6118 e NBR 7197.

Para o estado limite de deformação são verificadas as flechas e contra-flechas que tem seus limites máximos dependente da utilização estrutural da peça, considerando os casos descritos abaixo:

1) Elementos estruturais de cobertura sem contato, fora dos apoios, com outros elementos, estruturais ou não.

As limitações exigidas:

1.1) de contraflechas, iniciais ou a longo prazo, incluído o efeito das seções permanentes:

$$|a| \leq \frac{L}{150}$$

1.2) de flechas positivas (considerada carga eventual de empoçamento de água):

$$a \leq \frac{L}{400}$$

1.3) de flechas positivas, desde que o elemento tenha inclinação que evite o empoçamento de água:

$$a \leq \frac{L}{200}$$

2) Elementos estruturais de cobertura em contato, fora dos apoios, com outros elementos, estruturais ou não.

2.1) Atendido o disposto em 1), a variação da flecha Δa, proveniente de ações a longo prazo e carga acidental, deve atender a:

$$|\Delta_a| \leq \frac{L}{250}$$

3) Elementos de piso não suportando ou sem contato com elementos não estruturais.

3.1) As limitações exigidas são que a flecha positiva máxima, sob ação da carga total, não deva ultrapassar a:

Flecha inicial:

$$a \leq L/500$$

Flecha a longo prazo:

$$a_\infty \leq \frac{L}{300}$$

3.2) A variação da flecha Δ_a, proveniente de ações a longo prazo e carga acidental, deve atender a:

$$|\Delta_a| \leq \frac{L}{250}$$

4) Elementos de piso suportando ou em contato, fora dos apoios, com elementos estruturais ou não.

4.1) Devem ser verificados os efeitos de flechas excessivas sobre os elementos suportados ou em contato, estabelecendo-se os limites de acordo com as conseqüências em cada caso. De qualquer forma, os limites devem ser os estabelecidos em 3).

7. APLICAÇÕES EM ESTRUTURAS

Abaixo são mostradas figuras relacionadas à aplicação de pré-moldados.

Aplicação em infra-estrutura urbana:



Figura 1 – Tubos de concreto pré-moldado



Figura 2 – Muro de arrimo

Construção pesada:



Figura 3 - Ponte

Edificações:



Figura 4 – Fábrica de Mika executada em pré-moldado pela Concredur Engenharia

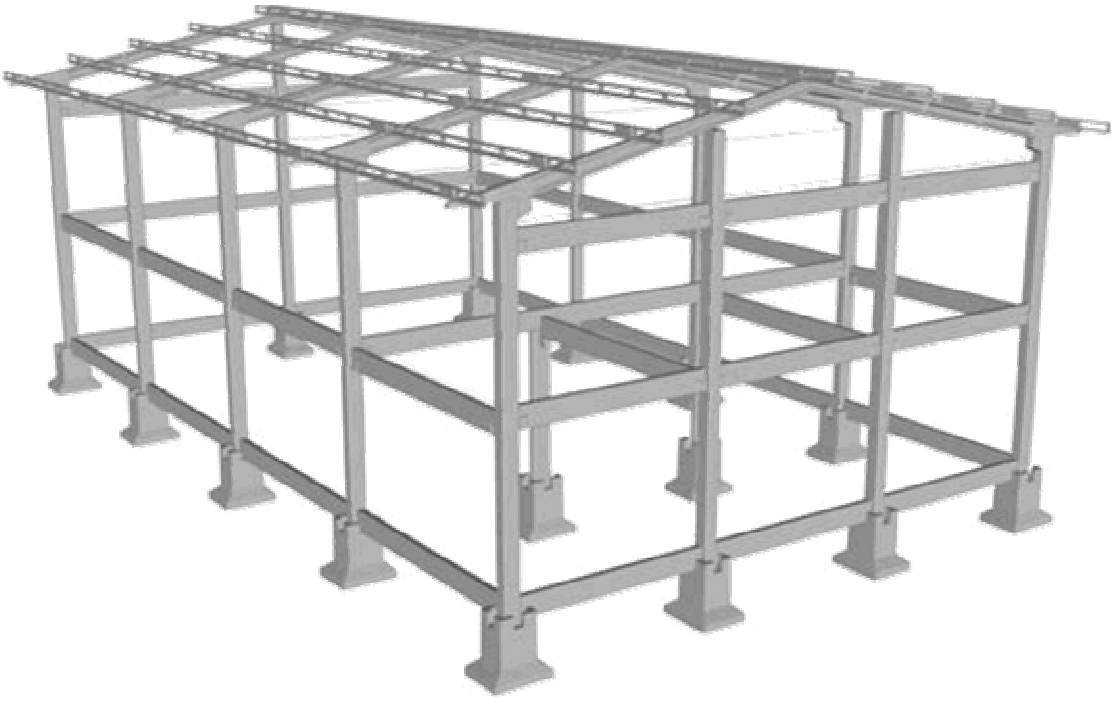


Figura 5 – Concepção de estrutura em pré-moldado



Foto 6 - Curral anti-stress pré moldado executado pela Constroluz



Figura 7 - Condomínio pré-moldado em Mongaguá



Figura 8 - Escadas de concreto pré-moldado



Figura 9 – Galeria em pré-moldado em Paramoti/CE



Figura 10 – Galeria em pré-moldado em Paramoti/CE

8. CONCLUSÕES

De acordo com o que foi apresentado neste trabalho pode-se concluir que a utilização de artefatos de concreto pré-fabricado é de grande importância na construção civil, pela sua rapidez, economia e eficiência, apesar de exigir mão-de-obra qualificada.

Este é o ramo da construção civil que mais tem crescido, devido aos altos investimentos advindos das indústrias, que tem aumentado exponencialmente ao longo dos anos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. DEZ 2001.

BIBM – Home. **Associação Internacional do Concreto Pré-moldado**. Base de dados. Disponível em: <http://www.bibm.eu/#pagina=849>. Acesso em: 01.ago.2009 às 10: 32.

Insdústria Lucas. **LA-J-LUCAS**. Base de dados. Disponível em: <http://www.lajlucas.com.br/web/site/inst_view.php?tg=1138022657&pg=1&txt=1138024401>. Acesso em: 31.ago.2009 às 10:36.

MUNTE CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS. **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. São Paulo: PINI, 2004.

Notícias – Pré Fabricados Leoardi. **Leonardi**. Base de dados. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/noticias/pgnoticias_det.asp?Codigo=29&AreaSelect=1&AreaDescri=Informa%C3%A7%C3%B5es138024401>. Acesso em: 31.ago.2009 às 10:45.

PCI – Canadian Precast Prestressed Concrete Institute. **Instituto Canadense de Concreto Protendido e Concreto Pré-moldado**. Base de dados. Disponível em: <http://www.cpci.ca>. Acesso em: 01.ago.2009 às 10: 54.

PCI – Precast Prestressed Concrete Institute. **Instituto Americano de Concreto Protendido e Concreto Pré-moldado**. Base de dados. Disponível em: <http://www.pci.org/intro.cfm>. Acesso em: 01.ago.2009 às 10: 29.

TERZIAN, Paulo. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações, vol. 2**. São Paulo: IBRACON, 2005.

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