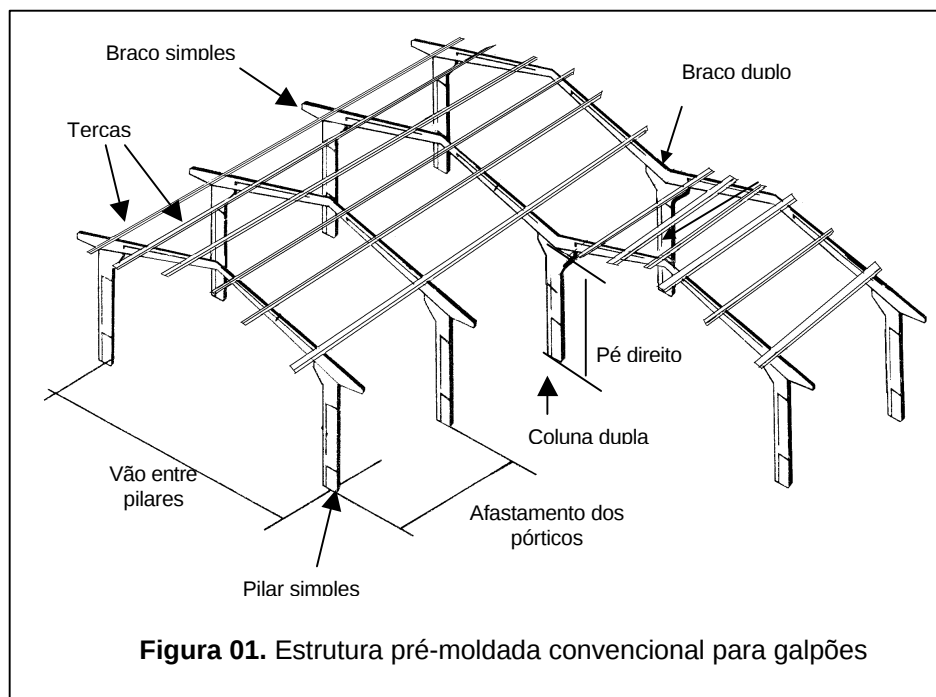


Obras Cíveis	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07

01. DEFINIÇÃO

Trata-se da fabricação e montagem de estruturas pré-moldadas em concreto armado ou protendido para edificações, tais como galpões, estacionamentos etc..



Terminologia

Elemento Pré-fabricado

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

Elemento executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, produzido em condições menos rigorosas de controle de qualidade, mas sujeito a inspeção do próprio construtor.

Ajuste

Diferença entre a medida nominal de dimensão de projeto reservada para a colocação de um elemento e a medida nominal da dimensão correspondente do elemento.

Colarinho

Conjunto de paredes salientes do elemento de fundação, que contornam a cavidade destinada ao encaixe dos pilares

Desvio

Diferença entre a dimensão básica e a correspondente executada.

Dimensão Básica

Dimensão do elemento pré-moldado estabelecida no projeto, consideradas as folgas necessárias para possibilitar a montagem.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Estruturas</i>	<i>1.03</i>
<i>Estruturas Pré-Moldadas de Concreto</i>	<i>1.03.07</i>

Folga para Ajuste Negativo

Diferença entre a medida máxima da dimensão de projeto reservada para a colocação de um elemento e a medida mínima da dimensão correspondente do elemento.

Folga para Ajuste Positivo

Diferença entre a medida mínima da dimensão de projeto reservada para a colocação de um elemento e a medida máxima da dimensão correspondente do elemento.

Inserto

Qualquer peça incorporada ao concreto na fase de produção, para atender a uma finalidade de ligação estrutural ou para permitir fixações de outra natureza.

Ligações

Dispositivos utilizados para compor um conjunto estrutural a partir de seus elementos, com a finalidade de transmitir os esforços solicitantes, em todas as fases de utilização, dentro das condições de projeto.

Peças Compostas

Elementos de concreto executados em moldagens distintas e interligados de forma a atuar em conjunto sob o efeito das ações aplicadas após a sua junção. A seção transversal de tal peça é denominada seção composta.

Rugosidade

Saliências e reentrâncias conseguidas através de apicoamento do concreto endurecido, de dispositivos ou de processos especiais por ocasião da moldagem do concreto, de maneira a criar irregularidades na superfície do elemento. É medida pela relação entre as alturas das saliências ou reentrâncias e sua extensão.

Tolerância (Desvio permitido)

Valor máximo aceito para o desvio, prescrito obrigatoriamente no projeto.

Tolerância Global do Elemento

Soma estatística das tolerâncias positivas e negativas, em módulo, constatadas na fabricação e no posicionamento do elemento, somada com a tolerância de locação em módulo.

Variação Inerente

Variação de dimensões, correspondente a fenômenos físicos, tais como dilatação térmica, retração e fluência.

02. MÉTODO EXECUTIVO

Projeto Executivo

Todos os desenhos deverão obedecer aos padrões normatizados, devendo apresentar, de forma clara e precisa, as dimensões e posições de todos os elementos pré-moldados.

Deverão ser detalhados todos os insertos, furos, saliências, aberturas e suas respectivas armaduras, reforços e alças para içamento.

Toda peça pré-moldada deverá ser numerada, ter suas tolerâncias dimensionais definidas e seu peso e volume informados nos desenhos.

Deverá, também, ser especificada a resistência mínima para manuseio e os detalhes de estocagem e empilhamento.

Manuseio e Armazenagem

Carga, Descarga e Movimentação

Os elementos pré-moldados serão suspensos e movimentados utilizando-se máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, por pontos de suspensão localizados nas peças, definidos no projeto.

Nestes pontos, poderão ser colocadas alças de içamento, quando da concretagem das peças.

Deverão ser evitados choques ou movimentos abruptos.

Armazenagem

A armazenagem deverá ser efetuada em terreno plano e firme sobre apoios como caibros, cavaletes ou vigotas.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Estruturas</i>	<i>1.03</i>
<i>Estruturas Pré-Moldadas de Concreto</i>	<i>1.03.07</i>

Desde que previstas em projeto, poderão ser formadas pilhas, tendo-se o cuidado de intercalar alguns dispositivos de apoio, para evitar o contato direto das superfícies de concreto de dois elementos superpostos.

As pilhas serão inspecionadas quanto a sua verticalidade e analisadas criteriosamente quanto a segurança ao tombamento.

Fabricação das peças

Formas

As formas deverão adaptar-se às dimensões das peças pré-moldadas projetadas. Poderão ser em aço, alumínio ou madeira, revestidas ou não com chapas metálicas, de fibra, plástico ou outros materiais.

Deverão proporcionar fácil desmoldagem sem danificar os elementos concretados, devendo ser previstos, na sua montagem, os ângulos de saída, a livre remoção das laterais e os cantos chanfrados ou arredondados.

Se usados produtos anti-aderentes, para facilitar a desmoldagem, estes deverão ser aplicados antes da colocação da armadura. Estes produtos não poderão exercer qualquer ação química sobre o concreto fresco ou endurecido, nem deixar, em sua superfície, resíduos que possam prejudicar sua ligação com o concreto lançado "in situ" ou a aplicação de revestimentos.

Os produtos anti-aderentes não poderão atingir a armadura. Caso isto aconteça, as barras, fios ou cabos deverão ser suficientemente limpos com solventes e, na incerteza ou impossibilidade, substituídos.

As formas deverão ser mantidas umedecidas pelo período considerado necessário como garantia contra a secagem prematura.

Quando se tratarem de elementos pré-moldados de concreto protendido, as formas deverão atender aos seguintes requisitos :

- ☞ Quando a armadura protendida for ancorada na própria forma, esta deverá ser projetada e construída para resistir aos esforços de protensão, sem apresentar deformações excessivas;

- ☞ Deverá ser lisa e isenta de obstáculos, saliências, reentrâncias ou ondulações acentuadas que possam impedir ou dificultar o deslocamento relativo do elemento pré-moldado em relação à forma, quando da operação de alívio das fixações das ancoragens ou do seccionamento dos fios ou cabos;

- ☞ Os dispositivos para formação de vazios dentro da massa de concreto, como os insertos, deverão ter condições para seu fácil desligamento das formas antes da operação de alívio das fixações das ancoragens ou do seccionamento dos fios ou cabos, para não dificultar o citado deslocamento relativo.

Armação

Os aços a serem empregados na confecção de peças pré-fabricadas, poderão ser constituídos de barras, fios, telas soldadas e cordoalhas.

Concreto

Toda peça pré-moldada será executada com concretos de altos teores de cimento, e Fck mínimo de 18,0 MPa.

Para peças pré-moldadas de menor responsabilidade serão admitidos concretos com Fck = 15,0 MPa.

Aditivos Químicos

Poderão ser adicionados aditivos aos concretos com o objetivo de acelerar ou retardar a pega, acelerar ou retardar o desenvolvimento da resistência nas idades iniciais, reduzir o calor de hidratação, melhorar a trabalhabilidade, reduzir a relação água/cimento, aumentar a compacidade e impermeabilidade ou incrementar a resistência aos agentes agressivos e às variações climáticas, desde que atendam às especificações e Normas Brasileiras

Alças de içamento

Deverão ser colocadas nos locais previstos pela calculista, visando a movimentação e sustentação das peças durante a montagem.

Será vedado o uso de aço das categorias CA 50 e CA 60 nestes dispositivos.

Cura das Peças

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Estruturas</i>	<i>1.03</i>
<i>Estruturas Pré-Moldadas de Concreto</i>	<i>1.03.07</i>

A cura normal será feita através da manutenção das formas, que protegerão as peças com uma camada impermeável, possibilitando uma hidratação adequada.

A cura acelerada poderá ser feita através de tratamento térmico mas mantendo-se a mesma precaução anterior.

Montagem

A montagem será objeto de detalhe específico do projeto. O equipamento necessário, dimensionado e especificado em projeto, deverá ser mobilizado.

Inicialmente, serão executadas as fundações para os pilares, observando-se sua localização no gabarito da obra e a cota final da cobertura.

O terreno será escavado nas dimensões adequadas para abrigar a fundação de cada pilar individualmente. No fundo da escavação será lançado um concreto de lastro, com função de nivelamento e suporte (Traço T1 ou T2), com espessura de 15 cm.

Sobre o lastro serão posicionados elementos de fundação de concreto armado, pré-moldados ou construídos no local, devidamente dimensionados, com a função alojar os pés dos pilares.

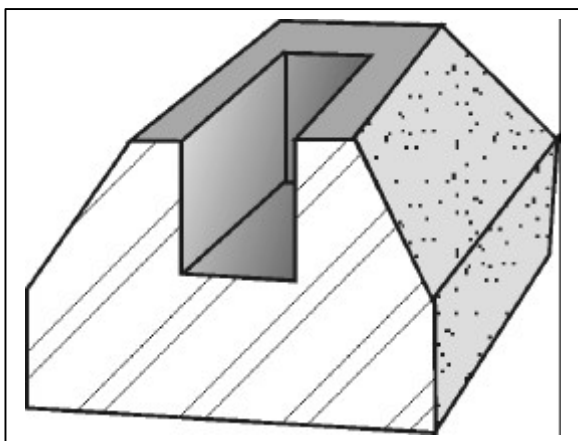


Figura 02. Elemento de fundação

Os pilares serão, então, inseridos nos elementos de fundação e apurados nos sentidos transversal e longitudinal da edificação. Caso seja necessário ajustar o nível, será utilizada argamassa de “Grout”, tipo SIKAGROUT ou similar, no interior do elemento de fundação, onde se assentará o pé do pilar.

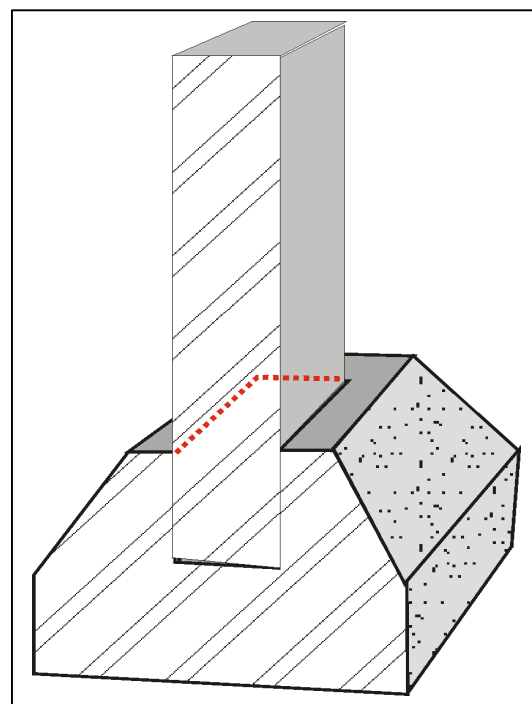


Figura 03. Detalhe da inserção do pilar no elemento de fundação

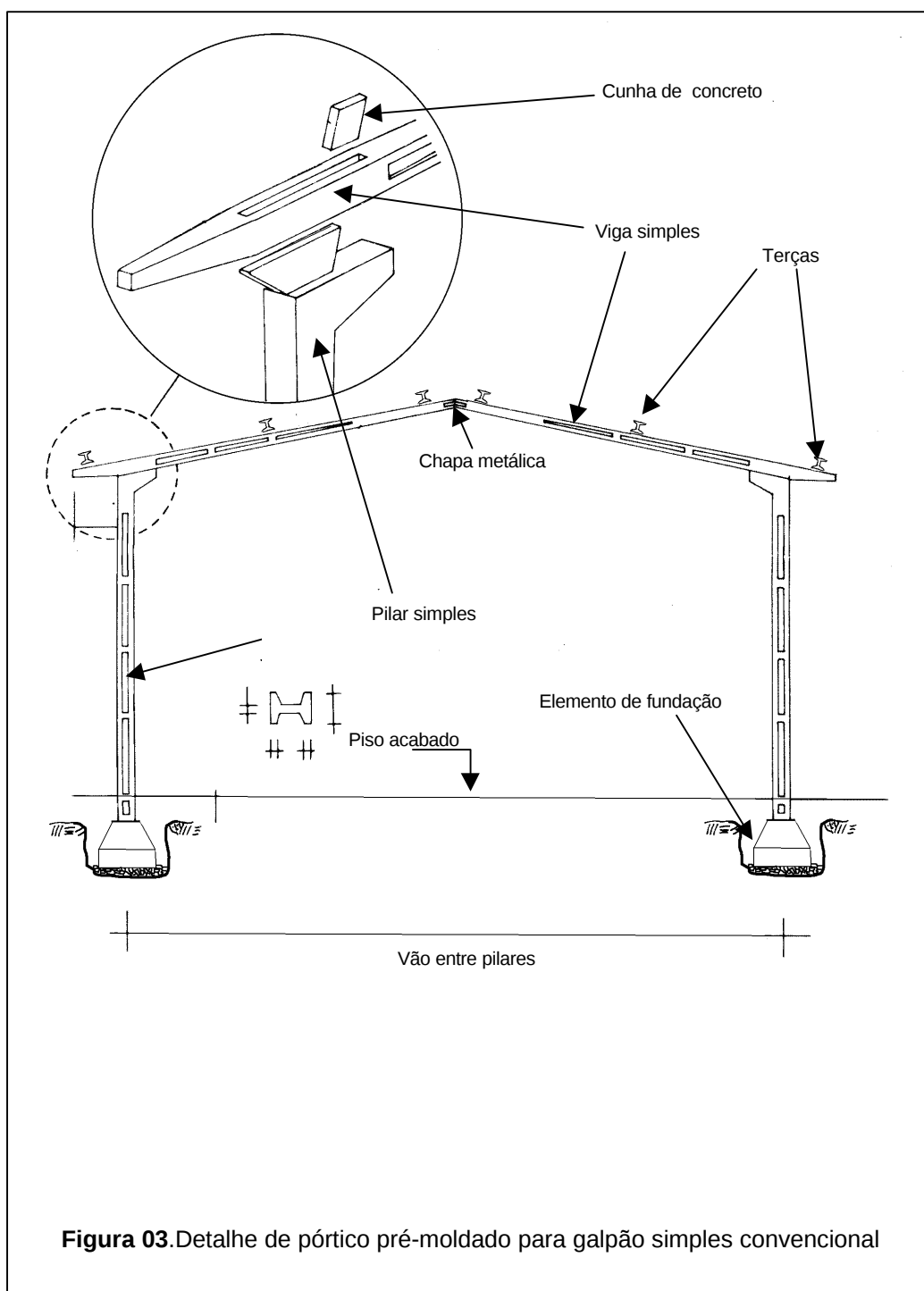
Os espaços entre cada pilar e seu cofre serão, então, preenchidos com argamassa de traço forte (Traço T1) com plastificante tipo CEMIX da VEDACIT ou PLASTIMENT BV-40 da SIKA.

As vigas de sustentação serão elevadas, encaixadas sobre as cabeças dos pilares e conectadas, por parafusos, nos pontos de cumeeira, formando um pórtico.

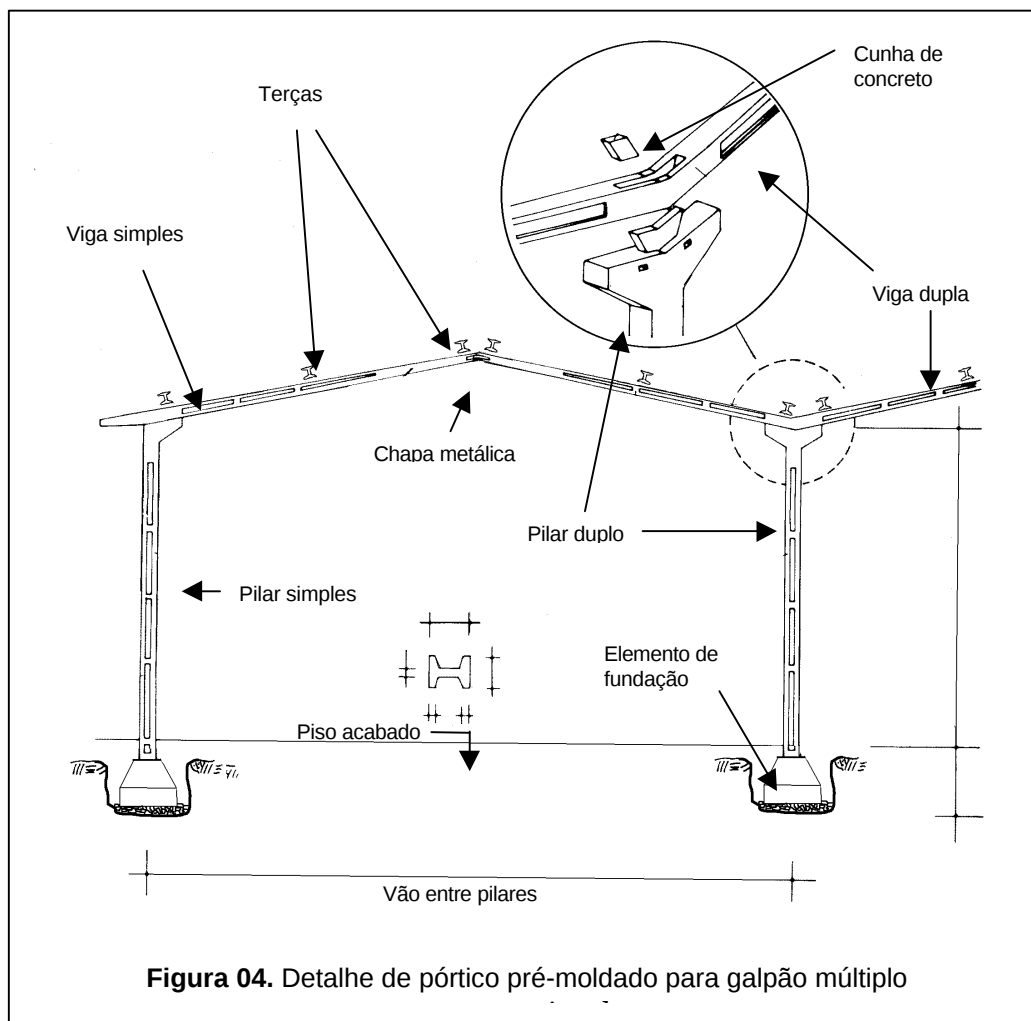
Os vãos entre os pilares deverão ser mantidos constantes e a distância entre pórticos, no sentido longitudinal da edificação, deverá se manter entre 4,0 m a 6,0 m.

Por fim, serão colocadas as terças, distanciadas de maneira adequada para receberem as telhas especificadas.

Obras Cíveis	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07



Obras Cívicas	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07



Os complementos para captação de águas pluviais, como calhas, condutores etc., serão assentados na conclusão da cobertura.

Poderá, eventualmente, ser necessário o uso de escoramentos para auxílio no posicionamento das peças, o qual deverá ser dimensionado para suportar os pesos previstos para os pré-moldados.

Tipos de ligações entre peças pré-moldadas.

As ligações entre peças pré-moldadas deverão ser detalhadas no projeto estrutural após minucioso estudo das solicitações de serviço, assim como daquelas incidentes durante a fase de montagem.

Em estruturas destinadas à indústria, deverão ser procedidos, por consultor especializado, estudos

levando em consideração as vibrações de máquinas e equipamentos industriais.

Serão adotadas as seguintes soluções de ligações:

Ligações solicitadas predominantemente por compressão.

Se situarão neste grupo os apoios de elementos pré-moldados sobre outros elementos de concreto moldados no local. Estes apoios serão executados com :

Juntas a seco

Serão permitidas somente nos casos de elementos de pequenas dimensões, cuja pressão de contato sobre os apoios não ultrapasse o valor de 3% do

Obras Cíveis	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07

Fck do concreto, admitindo-se um valor máximo de 1,0 MPa.

No caso de pilares pré-moldados engastados por penetração, as paredes internas dos encaixes (colarinho) e as paredes do pilar deverão apresentar as mesmas características superficiais (dureza, rugosidade etc.). As paredes do colarinho deverão ser armadas e ter uma espessura maior que 10 cm. Serão executadas em obediência a NBR 9062, em especial ao item 6.4.

Juntas de Argamassa de Cimento

Serão utilizadas para correção de pequenas imperfeições e para distribuir, de forma igual, a transmissão de carga do elemento apoiado para o apoio.

O assentamento não poderá ser executado após o início de pega da argamassa.

A pressão de contato deverá atender ao menor dos valores :

- ☞ 10% do Fck do concreto;
- ☞ 50% da resistência característica da argamassa ou,
- ☞ 2,0 MPa.

Juntas de Concreto executadas no local

Serão utilizadas nos casos de emendas de pilares, pórticos e arcos realizando, através dessa concretagem localizada, uma ligação monolítica.

Rótulas Metálicas

Ocorrerão quando for necessária a utilização de chumbadores ou parafusos como elementos de conexão estrutural.

Almofadas de Elastômeros

As almofadas de apoio poderão ser simples, quando constituídas de uma única camada, ou cintadas, quando constituídas de camadas de elastômero intercaladas com chapas de aço inoxidável, solidarizadas por vulcanização especial.

As almofadas deverão satisfazer às Normas Brasileiras quanto a resistência à ação dos óleos, das intempéries, do ozônio atmosférico e das temperaturas externas a que estarão sujeitas. elastômero empregado como almofada, deverá ter suas propriedades demonstradas através dos

ensaios de resistência a tração, a deformação permanente, a compressão e através de ensaios para determinação de sua dureza superficial.

Ligações solicitadas predominantemente por tração

Neste grupo estarão as suspensões de elementos pré-moldados por tirantes ou outros tipos de dispositivos neles fixados. Ocorrerão, também, nas ligações de elementos pré-moldados verticais com seus apoios superiores.

Obs. : As alças de içamento das peças são consideradas ligações temporárias .

Ligações solicitadas predominantemente por flexão

Ocorrerão quando for necessária a subdivisão de grandes peças pré-moldadas, tais como vigas, lajes, pilares, pórticos e arcos, em elementos de menor porte e de mais fácil manejo. Estas peças serão, posteriormente, solidarizadas na montagem, por protensão, solda, através de dispositivos metálicos ou por concretagem local, restituindo-se a monoliticidade.

Ligações solicitadas predominantemente por cisalhamento

Se encontrarão neste grupo as ligações semi-articuladas na emenda transversal de lajes, em mesas de vigas T, em segmentos de pilares, pórticos ou arcos.

Especial atenção deverá ser dada às estruturas de pisos industriais sujeitas a cargas acidentais da ordem ou superiores a 5KN/m²

Outras ligações

Poderão, ainda, ser adotadas ligações por meio de consoles de concreto, de recortes ou dentes nas extremidades dos elementos ou ligações por meio de apoio em abas de vigas (vigas em T invertido), a depender da solução estrutural definida em projeto.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle dos Materiais

Aços

Deverão obedecer às Normas Brasileiras NBR 7480, NBR 7481, NBR 7482 e NBR 7483.

Obras Cíveis	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07

Bainhas de Protensão

As bainhas da armadura de protensão com aderência posterior deverão estar de acordo com o disposto na NBR 7197

Calda de Cimento

A calda de cimento para injeção deverá obedecer o disposto na NBR 7681.

Controle do Concreto

O controle tecnológico do concreto produzido, compreenderá :

- ☞ Verificação da trabalhabilidade – será feita através de ensaios de consistência e da verificação de sua correspondência com o previsto. Será utilizada na constatação da homogeneidade da massa, servindo também como controle indireto da quantidade de água. A determinação da consistência será feita pelo ensaio de abatimento (SLUMP test).
- ☞ Verificação da resistência mecânica – será feita em obediência às recomendações das normas NBR 5738 e NBR 5739. Os corpos de prova serão rompidos normalmente aos 28 dias de idade. Poderão ser rompidos, preliminarmente, outros corpos de prova, visando a constatação das resistências alcançadas, para fins de liberação para manuseio ou protensão. Esta avaliação prévia da resistência, com idade “j” menor que 28, será permitida, desde que se tenha determinada a relação entre as resistências nessa idade (f_{c_j}) e aos 28 dias ($f_{c_{28}}$). Serão rompidos corpos de prova, de preferência, nas idades de 7 dias para cura normal e de 1 dia para cura térmica.

Controle da Estrutura

As estruturas pré-moldadas obedecerão aos padrões, catálogos e especificações do fabricante, quando se tratarem de peças fabricadas em linha de produção. Caso contrário, obedecerão rigorosamente aos projetos estrutural e arquitetônico.

Poderão ser adotadas estruturas mistas, em concreto armado convencional, concreto protendido ou concreto leve, conforme o caso, considerando-se as limitações quanto aos pesos das peças e a finalidade estrutural ou estética a que se destinará.

Tolerâncias para dimensões

- ☞ A tolerância para dimensões transversais e altura dos elementos será de $\pm 0,5\text{cm}$ para peças isoladas. Na montagem de elementos que tenham um contorno justaposto a outro semelhante, de outro elemento, a tolerância de justaposição será de 2cm.
- ☞ A tolerância para a dimensão longitudinal obedecerá a tabela abaixo :

Comprimento (m)	Tolerância (cm)
até 5,00	$\pm 1,0$
de 5,00 a 15,00	$\pm 1,5$
acima de 15,00	$\pm 2,0$

- ☞ O desvio em relação à linearidade da peça será de, no máximo, 1/1000.
- ☞ A tolerância para a montagem em planta será de $\pm 1,0\text{cm}$ entre apoios consecutivos, não podendo exceder ao valor acumulado de 0,1% do comprimento da estrutura.
- ☞ A tolerância em relação à verticalidade será de $\pm 1/300$ da altura, até o máximo de 2,5 cm.
- ☞ A tolerância em relação ao nível dos apoios será de $\pm 1,0\text{ cm}$, não podendo exceder ao valor acumulado de 3,0cm, quaisquer que sejam as dimensões longitudinal e transversal da estrutura, exceto para caminhos de rolamento, quando este valor admissível será de 2,0 cm.
- ☞ No caso das fundações terem sido executadas com desvio em relação ao projeto que impeça a montagem, será exigida a execução de estrutura intermediária de transição que possibilite a montagem dentro das especificações aqui definidas.
- ☞ A tolerância em planta e em elevação para a montagem dos pilares será de $\pm 1,0\text{ cm}$.
- ☞ A tolerância em planta para a montagem dos blocos pré-moldados sobre a fundação será de $\pm 5,0\text{cm}$.
- ☞ A tolerância em planta para a posição final das estacas ou tubulões será de $\pm 10,0\text{ cm}$.

Obras Cíveis	1
Estruturas	1.03
Estruturas Pré-Moldadas de Concreto	1.03.07

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As unidades de medição serão as seguintes :

- ☐ Para edificações pré-moldadas (galpões, por exemplo): será medido o metro quadrado de estrutura montada, pronta para o telhamento, inclusive com as terças.
- ☐ Para lajes : será medido o metro quadrado (m²) de laje, pronta e assentada.
- ☐ Para cintas e vergas pré-fabricadas : será medido o metro linear (m) de peça pronta e assentada..

O pagamento será efetuado por preço unitário contratual e conforme medição aprovada pela fiscalização.

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 9062	Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado
ABNT	NBR 5601	Classificação por composição química dos aços inoxidáveis
ABNT	NBR 5627	Exigências particulares das obras de concreto armado e protendido em relação à resistência ao fogo - Procedimento
ABNT	NBR 5738	Moldagem e cura de corpos de prova de concreto, cilíndricos ou prismáticos - Método de ensaio.
ABNT	NBR 5739	Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto - Método de ensaio.
ABNT	NBR 6118	Projeto e execução de obras de concreto armado – Procedimento
ABNT	NBR 6122	Projeto e execução de fundações – Procedimento
ABNT	NBR 6649	Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural – Especificação
ABNT	NBR 6650	Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – Especificação
ABNT	NBR 7197	Cálculo e execução de obras de concreto protendido – Procedimento
ABNT	NBR 7211	Agregados para concreto – Especificação
ABNT	NBR 7480	Barras e fios de aço destinados a armadura para concreto armado – Especificação
ABNT	NBR 7481	Telas de aço soldadas para a armadura de concreto – Especificação
ABNT	NBR 7182	Fios de aço para concreto protendido
ABNT	NBR 7483	Cordoalhas de aço para concreto protendido - Especificação
ABNT	NBR 7681	Calda de cimento para injeção - Especificação
ABNT	NBR 7808	Símbolos gráficos para projetos de estruturas - Simbologia
ABNT	NBR 8681	Ações e seguranças nas estruturas - Procedimento