

# **MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

## **PROJETO ESTRUTURAL**

**Proprietário:** Ministério Público de Minas Gerais

**Obra:** Edifício Ministério Público do Estado de Minas Gerais – Sede em Patos de Minas.

**Endereço da Obra:** Avenida Angra dos Reis, esquina Rua Alberto Pereira da Rocha,  
Bairro Copacabana.

**Cidade/Estado:** Patos de Minas – Minas Gerais

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	FUNDAÇÕES E CONTENÇÃO .....	3
2.1	OBJETIVO .....	3
2.2	NORMAS DE REFERÊNCIA .....	4
2.3	ESTACAS.....	4
2.3.1	Estaca Hélice Contínua.....	5
2.4	CONTROLES EXECUTIVOS .....	8
2.5	TOLERÂNCIAS.....	10
2.5.1	Quanto à excentricidade .....	10
2.5.2	Quanto ao desvio de inclinação .....	11
2.6	PROVA DE CARGA.....	11
3	ESTRUTURA DE CONCRETO.....	15
3.1	OBJETIVO .....	15
3.2	NORMAS DE REFERÊNCIA .....	15
3.3	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO .....	16
3.4	ESCAVAÇÃO REATERRO E COMPACTAÇÃO .....	16
3.5	TRANSPORTE DE MATERIAL DA OBRA.....	17
3.6	REGULARIZAÇÃO E APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA DOS BLOCOS E CINTAS .....	17
3.7	ALVENARIA DE BLOCOS .....	18
3.8	FORMAS E ESCORAMENTOS .....	18
3.8.1	Montagem de formas para concreto armado .....	19
3.8.2	Precauções anteriores ao lançamento do concreto .....	20
3.9	ARMADURA .....	21

3.10	CONCRETAGEM .....	22
3.11	CURA, RETIRADA DAS FORMAS E DO ESCORAMENTO .....	25
3.11.1	Cura .....	25
3.11.2	Retirada das formas e escoramento .....	25
3.12	CONTROLE TECNOLÓGICO .....	27

## **1 INTRODUÇÃO**

Os serviços necessários para a construção das fundações, mesoestrutura e superestrutura da edificação e escadas, deverão ser efetuados seguindo determinações estabelecidas nos projetos executivos de fundações e estrutura de concreto armado e no memorial descritivo, onde estão especificados todos os serviços e características de materiais e especificações a serem utilizadas.

Todos os projetos elaborados seguiram as prescrições das Normas ABNT, sendo que também a execução da obra deverá atender aos critérios estabelecidos em normas ABNT pertinentes.

## **2 FUNDAÇÕES E CONTENÇÃO**

### **2.1 OBJETIVO**

Este memorial visa estabelecer as condições e prescrições relativas à execução das fundações projetadas para a obra da Comarca de Patos de Minas do MP-MG, fornecendo informações inerentes à sua execução.

Conforme indicado no projeto estrutural, deverão ser executadas fundações profundas para a respectiva edificação, sendo estas constituídas de estacas associadas a blocos isolados ou com vigas cintas travando todo o sistema estrutural da fundação conforme projeto.

A locação das estacas deverá obedecer ao projeto estrutural que está em concordância com o projeto de arquitetura.

Para a execução das fundações, deverão ser observadas todas as recomendações/exigências contidas na NBR-6122:2010 - Projeto e Execução de Fundações – Procedimento, assim como demais normas relacionadas.

## 2.2 NORMAS DE REFERÊNCIA

Para melhor orientação dever-se-á, consultar as seguintes normas:

- NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 6122:2010 - Projeto e execução de fundações;
- NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações;
- NBR 6489:1984 - Prova de carga direta sobre terreno de fundação;
- NBR 7678:1983 - Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- NBR 12131:2006 - Estacas - Prova de carga estática;
- NBR 13208:2007 - Estacas – Ensaio de carregamento dinâmico.

## 2.3 ESTACAS

Inicialmente serão executadas estacas Hélice Contínua parcialmente no perímetro de divisa do terreno as quais são parte da contenção do subsolo. Após execução das contenções e escavação do subsolo, serão executadas as estacas, também do tipo Hélice Contínua, para fundação do corpo principal da edificação, conforme detalhado no projeto estrutural.

Todos os serviços de mobilização e desmobilização dos equipamentos para execução das estacas deverão ser previstos e de responsabilidade da CONTRATADA.

As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, com acompanhamento de engenheiro técnico responsável que deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO da CONTRATANTE a ART de execução, devidamente registrada junto ao CREA, e o relatório técnico de escavação, devidamente assinado pelo RT da empresa especializada e pelo RT da empresa CONTRATADA.

### 2.3.1 Estaca Hélice Contínua

É uma estaca de deslocamento, executada através da introdução, no terreno, de um trado helicoidal contínuo, com o comprimento integral previsto para a estaca. O trado possui um tubo interno, pelo qual se executará a concretagem, simultaneamente à retirada do mesmo, evitando, desta forma, o desconfinamento do solo. Este tipo de estaca tem como principais características a alta produtividade, monitoramento eletrônico durante todas as fases de execução e inexistência de vibração.

Os materiais utilizados para a execução das fundações profundas, concreto, aço e forma, obedecerão às especificações de projeto e normas da ABNT. Ao efetuar a fundação em profundidade, não deverá a CONTRATADA restringir-se às profundidades pré-estabelecidas em projeto, mas prosseguir na escavação até onde a camada de base apresentar resistência compatível com as cargas previstas para as fundações. Qualquer modificação durante a execução dos trabalhos, só poderá ser executada depois de autenticada pelo PROJETISTA, sem que tal autenticação prejudique, de qualquer modo, o disposto quanto à responsabilidade da CONTRATADA.

A metodologia de execução obedecerá ao seguinte roteiro:

- a) Posicionamento do equipamento e perfuração do terreno com o trado até a profundidade definida em projeto. Durante essa etapa, o solo é bloqueado pelo fundo, e assim o material preenche as hélices do trado.
- b) Injeção de concreto bombeado pelo corpo central do trado até o topo, sob pressão.
- c) Retirada contínua e lenta do trado, sendo o espaço anteriormente ocupado pelo trado preenchido com concreto, que é mantido sob pressão, medida no topo do trado, até o final de concretagem. Nesta etapa é utilizado o “limpador mecânico”, que permite retirar o material das hélices do trado.
- d) Posicionamento da armadura imediatamente após o término da concretagem, enquanto o concreto ainda está em início de cura.

Para controlar a pressão de bombeamento do concreto, existe um instrumento medidor digital que informa todos os dados de execução da estaca, tais como: inclinação da

haste, profundidade da perfuração, torque e velocidade de rotação da hélice, pressão de injeção, perdas e consumo de concreto.

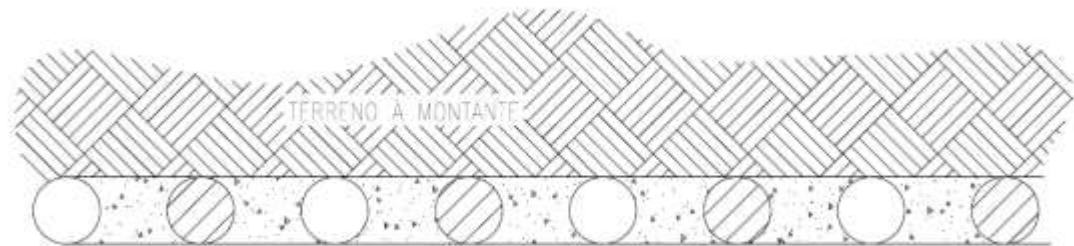
Deverá ser executada a armação conforme indicado em projeto, utilizando-se para isto equipamentos necessários para tal procedimento, uma vez que a armação destas estacas é lançada após a concretagem das mesmas.

O topo da estaca, acima da cota de arrasamento, deverá ser demolido após a cura do concreto da mesma. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deverá ser executada de modo a não causar danos à estaca. Nesta operação, podem ser utilizados ponteiros ou martelos leves, trabalhando com pequena inclinação, para cima, em relação à horizontal conforme indicado em projeto.

No caso de estacas danificadas até abaixo da cota de arrasamento ou estacas cujo topo resulte abaixo da cota de arrasamento prevista, deve-se fazer a demolição do comprimento necessário da estaca, de modo a expor o comprimento de transpasse da armadura e recompô-lo até a cota de arrasamento. A armadura da estaca deve ser prolongada dentro deste trecho.

Em nosso caso, no arrasamento das estacas, as ferragens das mesmas não devem ser cortadas após nivelamento das cabeças das estacas.

Na execução das estacas para contenção, é importante fazer um planejamento para a concretagem das mesmas, de maneira alternada, para evitar problemas na concretagem, com intervalo mínimo entre as concretagens de 24 horas. Ver figura abaixo.



○ Concretagem – 1ª etapa

◐ Concretagem – 2ª etapa

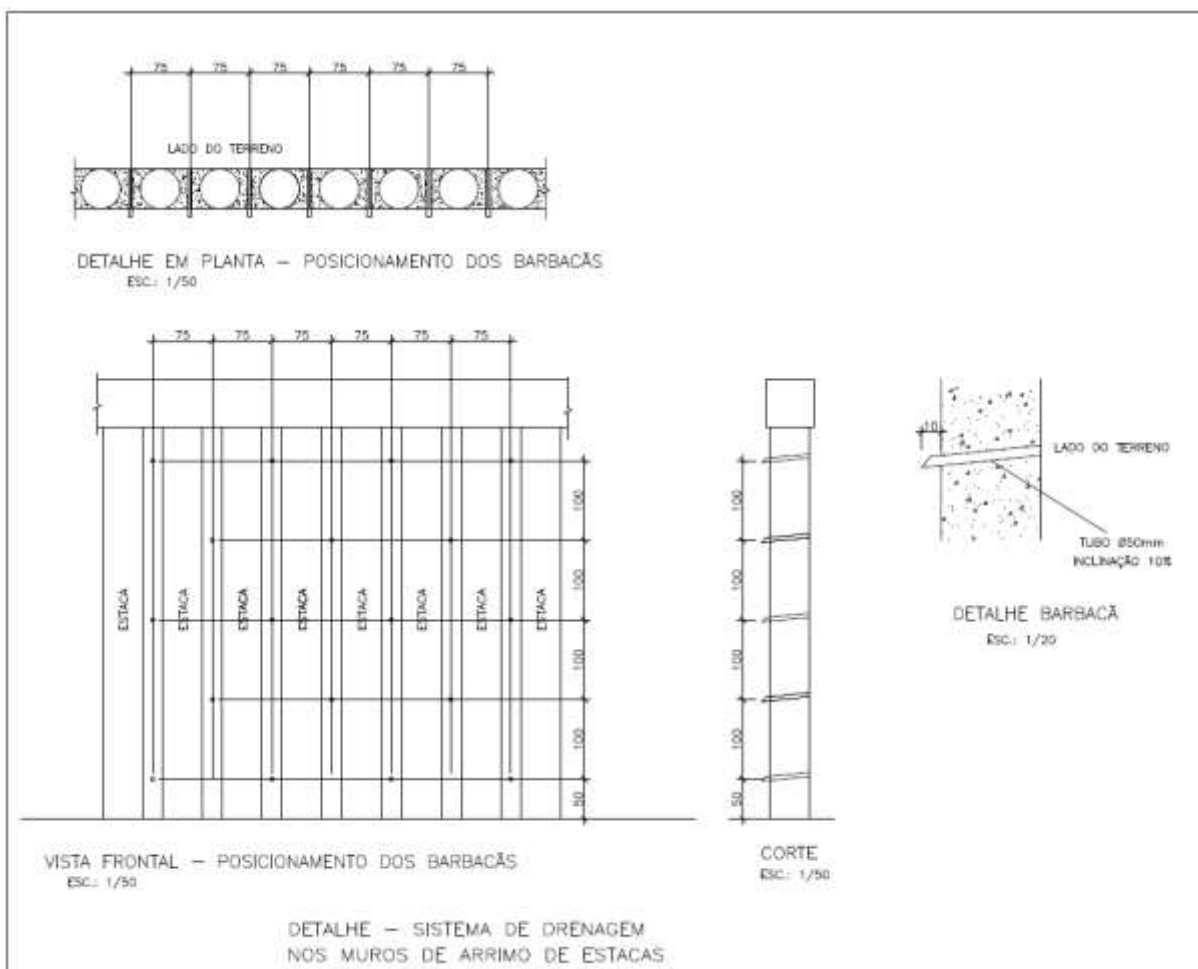
Croquis de planejamento da concretagem

Para estacas de contenção

S/ESCALA

Após a escavação, na terraplanagem, deverá ser executado uma limpeza de excesso de solo entre as estacas, e executar a concretagem entre as mesmas, com a instalação dos tubos dos barbacãs, conforme projeto. Ver figura abaixo.





Depois será executado a concretagem da cinta de coroamento sobre as estacas.

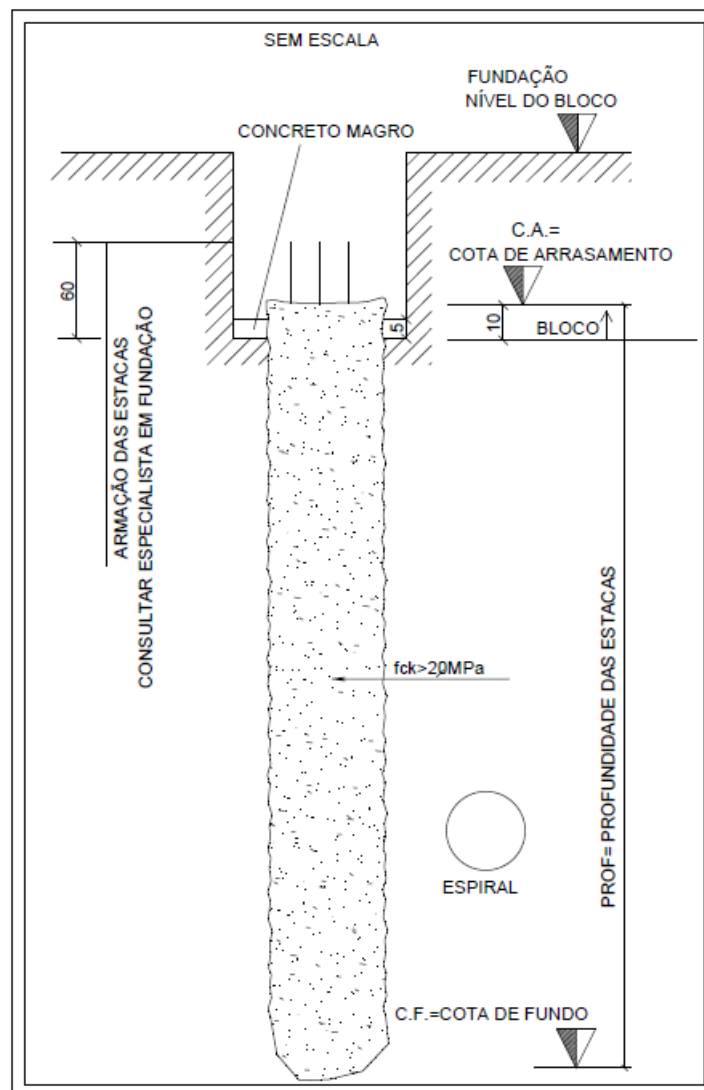
## 2.4 CONTROLES EXECUTIVOS

Na execução das estacas, o operador respeitará a profundidade estabelecida pelo especialista que estará presente. Pelo fato de, a sondagem não ter gerado resultados com leitura definitiva, será analisado no momento da escavação a pressão exercida pela máquina, podendo assim finalizar o processo antes ou depois da profundidade estimada para cada estaca definida em projeto.

Quando da escavação de estacas vizinhas, sobretudo a distâncias inferiores a 5 (cinco) diâmetros e, no solo, serão tomados os maiores cuidados no sentido de evitar a possível danificação das estacas existentes (recém - escavadas), pela penetração das novas. Respeitar o tempo necessário definido por norma para a execução das mesmas.

Em todos os blocos de coroamento deverão ser utilizadas formas de madeira. Como o fundo da cava será recoberto com concreto magro, deverá ser evitado que ele cubra a cabeça das estacas. Para tanto, recomendar-se-á que a cabeça da estaca fique em cota mais alta 10 cm que o fundo da escavação. A cota definitiva só deverá ser atingida após o lançamento do concreto magro.

### ESTACA TIPO HÉLICE CONTÍNUA



As cabeças das estacas, caso seja necessário, deverão ser cortadas com ponteiros ou marteletes até que se atinja a cota de arrasamento prevista. As estacas deverão penetrar no bloco de coroamento conforme detalhado no projeto.

Os materiais a serem utilizados na produção de estacas (água, pedra, areia, aço, cimento e madeira), deverão respeitar as prescrições contidas nas respectivas normas da ABNT. É permitida a utilização de aditivos e adições respeitadas às especificações dos fabricantes.

## 2.5 TOLERÂNCIAS

### 2.5.1 Quanto à excentricidade

#### a) De estacas isoladas não travadas

No caso de estacas isoladas não travadas, em duas direções aproximadamente ortogonais, será tolerado um desvio, entre eixos de estaca e ponto de aplicação da resultante das solicitações do pilar, de 10% do diâmetro da estaca. Será obrigatório, na verificação de segurança à flambagem do pilar, levar em conta um acréscimo de flambagem dependente das condições de engastamento da estaca.

#### b) De estacas isoladas travadas

Neste caso, as vigas de travamento deverão ser dimensionadas para a excentricidade real quando a mesma ultrapassar o valor do item anterior. Quanto à flambagem e verificação, deverá ser efetuada apenas quanto ao pilar.

#### c) Do conjunto de estacas alinhadas

Para excentricidade na direção do plano das estacas, deverá ser verificada a solicitação nas estacas. Admitir-se-á, sem correção, um acréscimo de, no máximo, 15% sobre a carga admissível de projeto da estaca. Acréscimos superiores a este deverão ser corrigidos, mediante acréscimo de estacas ou recurso estrutural.

#### d) Do conjunto de estacas não alinhadas

Deverá ser verificada a solicitação em todas as estacas, admitindo-se, na estaca mais solicitada, que seja ultrapassada em 15% a carga admissível de projeto. Acréscimos superiores a este, deverão ser corrigidos conforme item anterior.

### **2.5.2 Quanto ao desvio de inclinação**

Sempre que uma estaca apresentar desvio angular em relação à posição projetada, deverá ser efetuada verificação de estabilidade, tolerando-se sem medidas corretivas um desvio de 1:100. Em se tratando de grupo de estacas, a verificação deverá ser efetuada para o conjunto, levando-se em conta a contenção do solo e as ligações estruturais.

## **2.6 PROVA DE CARGA**

As provas de carga deverão obedecer à NBR 12131:2006 – “Estacas – Prova de carga estática”, além do adiante especificado. Serão efetuadas, de preferência, nas estacas que estiverem com maior carga, em relação à sua capacidade e, no caso de estacas carregadas de ponta, nos trechos mais desfavoráveis, quanto à resistência do terreno.

Em se tratando de fundações profundas à base de estacas, obriga-se a CONTRATADA a realizar, pelo menos, duas provas de carga para cada tipo de estaca, em locais de aplicação de alta carga sobre as estacas, sendo, porém, em blocos distintos. Para a perfeita verificação do comportamento das fundações, poderá ser exigido, a critério da FISCALIZAÇÃO, novas provas de carga, responsabilizando-se a CONTRATANTE pelo pagamento das mesmas.

Serão adotados processos que garantam aplicação axial da carga e que evitem choques ou trepidações durante a realização das provas.

Será aconselhável a utilização dos macacos hidráulicos, munidos de bomba e manômetros, devidamente aferidos, opondo-se a uma carga de reação estável – caixa carregada, ancoragem, etc. – sendo vantajoso prever-se, para maior garantia de axiabilidade, uma rótula na cabeça do macaco ou da estaca.

Os recalques do topo da estaca serão medidos, simultaneamente, em dois extensômetros, sensíveis ao centésimo de milímetro, colocados em posição diametralmente opostas em relação à seção transversal da estaca.

Os dispositivos de referência para as medidas de recalques deverão estar ao abrigo de intempéries e suficientemente afastados para não serem influenciados pelo movimento das estacas dos terrenos circunvizinhos, do caixão, da ancoragem, etc.

Os apoios dos dispositivos referidos no item anterior deverão situar-se a uma distância igual a, pelo menos, 05 (cinco) vezes o diâmetro das estacas e nunca inferior a 150 cm.

No caso de estacas moldadas no solo, a prova de carga só deverá ser realizada após um tempo mínimo de cura de 15 dias, exceto se usado cimento de alta resistência inicial ou aditivos aceleradores. Contudo, o uso do cimento de resistência inicial e de aditivos aceleradores ficarão condicionados à prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser moldado um bloco de concreto armado, na cabeça da estaca, com armadura devidamente dimensionada. Antes do processo de moldagem do bloco, a cabeça da estaca deverá ser convenientemente preparada. É importante que a estaca fique perfeitamente centrada no bloco.

O carregamento da estaca deverá ser feito em estágios sucessivos não superiores a 20% da carga de trabalho provável ou fixada para a estaca.

Em cada estágio da carga, os deslocamentos deverão ser lidos imediatamente após a aplicação da carga correspondente, efetuando-se leituras, quando decorridos os seguintes tempos, a partir da aplicação da carga, 1, 2, 4, 8, 15, 30 e 60 minutos, até a estabilização dos deslocamentos. A estabilização poderá ser admitida quando a diferença entre duas leituras sucessivas corresponder a um máximo de 5% do deslocamento havido no estágio.

O intervalo de tempo entre estágios deverá ser de, no mínimo, 30 minutos.

O ensaio, caso não seja levado até a ruptura, será continuado até observar-se um deslocamento (medido no topo da estaca), compatível com a sensibilidade da estrutura (fixado em 15mm) ou até 1,5 vezes a carga de trabalho prevista para a estaca.

Em quaisquer dos casos, não sendo atingida a ruptura, a carga máxima de ensaio deverá ser mantida durante 12 horas, pelo menos, após a estabilização dos deslocamentos.

A descarga, sempre que possível, será efetuada por estágios sucessivos não superiores a 25% da carga total atingida no ensaio. Cada estágio deverá ser mantido até a estabilização das deformações. O intervalo de tempo entre intervalos de descarga não poderá ser inferior a 15 minutos.

Os resultados das provas de carga serão apresentados graficamente, através de uma curva carga - recalque, onde figurem as observações efetuadas no início e no fim de cada estágio, com indicação também dos tempos decorridos.

Anexo ao gráfico, serão fornecidos os seguintes elementos:

- a) Localização da estaca no terreno, arrasamento, altura do bloco, volume (para estacas);
- b) moldadas no local e indicação dos furos de sondagem;
- c) Características e dados gerais da estaca testada: tipo, dimensões, cota de arrasamento, volume da estaca e da base (para estacas moldadas no solo), armação (se for o caso), tensão do concreto, data da cravação, data da moldagem, altura do bloco, etc.;
- d) Descrição sucinta dos dispositivos de carga, de medida e aferição dos manômetros;
- e) Ocorrências excepcionais verificadas durante a prova; perturbações dos dispositivos de carga e medida; modificações na superfície do terreno contíguo à estaca; alterações eventuais nos pontos fixos de referência, etc.;

- f) Confirmação da viabilidade do comprimento alcançado pelas estacas, mediante cálculo com o emprego de fórmulas próprias a cada tipo de solo (deverá ser apresentado o demonstrativo de cálculo);
- g) Dia e hora do início e fim da prova;
- h) Representação das características do terreno de acordo com a sondagem mais próxima.

A CONTRATADA deverá, de imediato, enviar o resultado da prova de carga à FISCALIZAÇÃO, em duas vias. Para que a mesma confira se a resistência da estaca atingiu o estipulado em projeto.

Somente após a apresentação e aprovação dos resultados a FISCALIZAÇÃO autorizará a concretagem dos blocos de coroamento.

Caso as provas de cargas não obtenham resultados satisfatórios, ou seja, se a capacidade máxima de carga da estaca ensaiada não estiver de acordo com a carga prevista aplicada em projeto, caberá a CONTRATADA, adotar todas as providências necessárias para a viabilidade das fundações, tais como: novas provas de cargas, redimensionamento das fundações e elementos intermediários, reforço das fundações, modificações das cotas de assentamento, controle de recalques, etc.

Quaisquer das providências mencionadas deverão ser previamente submetidas à apreciação e autenticação da FISCALIZAÇÃO.

### **3 ESTRUTURA DE CONCRETO**

#### **3.1 OBJETIVO**

Este memorial visa estabelecer as condições e prescrições relativas à execução da estrutura de concreto projetada para a obra da Comarca de Patos de Minas do MP-MG, fornecendo informações inerentes à sua execução.

#### **3.2 NORMAS DE REFERÊNCIA**

- NBR 11578:1991 – Cimento Portland composto;
- NBR 11768:1992 – Aditivos para concreto de cimento Portland;
- NBR 12654:1992 – Controle tecnológico de materiais componentes do concreto – Procedimento;
- NBR 12655:2006 – Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento;
- NBR 12266:1992 – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR NM5:2000 – Concreto compactado com rolo – Determinação da umidade in situ com uso de densímetro nuclear;
- NBR NM26:2000 – Agregados – Amostragem;
- NBR NM49:2001 – Agregado fino – Determinação de impurezas orgânicas;
- NBR NM51:2001 – Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”;
- NBR NM 67:1998 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento de cone;
- NBR 5732:1991 – Cimento Portland comum;
- NBR 5733:1991 – Cimento Portland de alta resistência inicial;
- NBR 5735:1991 – Cimento Portland de alto-forno;
- NBR 5736:1991 – Cimento Portland pozolânico;
- NBR 5738:2015 – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto;
- NBR 5739:2007 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;



- NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 7211:2005 – Agregado para concreto;
- NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central;
- NBR 7480:2007 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado;
- NBR 7668:1982 – Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- NBR 8540:1984 – Controle da qualidade para o sistema de recebimento de materiais produtivos e serviços – Diretrizes;
  
- NBR 8548:1984 – Barras de aço destinado a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda – Determinação de resistência a tração;
- NBR 8953:2015 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência;

### 3.3 RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO

- a) Resistência Característica do concreto das estacas: 20 Mpa
  - b) Resistência Característica do concreto da superestrutura: 25 Mpa
- Exceção: Resistência Característica de piso não estrutural: 10Mpa*

### 3.4 ESCAVAÇÃO REATERRO E COMPACTAÇÃO

As escavações para realização dos blocos e cintas deverão ser com dimensões próximas destes elementos. As cavas para fundações e outras partes da obra, previstas abaixo do nível do terreno, serão executadas de acordo com as indicações constantes do projeto de fundações, demais projetos da obra e com a natureza do terreno encontrado e volume de trabalho executado. Se forem encontrados materiais estranhos às constituições normais do terreno, deverão ser removidos, salvo casos excepcionais a critério da FISCALIZAÇÃO.

Nos casos de escavações acima de 1,50 metros, as mesmas deverão receber escoramento, conforme NBR12266:1992.

Após a concretagem dos blocos e cintas e retiradas das respectivas formas, os mesmos deverão ser aterrados, em camadas de 20cm de espessura, com apiloamento e umedecimento adequado. Para a utilização no reaterro de solos provenientes das escavações, os mesmos deverão estar isentos de substâncias orgânicas.

### 3.5 TRANSPORTE DE MATERIAL DA OBRA

Define-se pelo transporte do material removido, deverá ser transportado por caminhões basculantes, com proteção superior a uma DMT superior a 5 km, dentro do perímetro urbano, indicado pela contratante.

A medição efetuar-se-á levando em consideração o volume transportado e descarregado em m<sup>3</sup> na área do bota-fora.

### 3.6 REGULARIZAÇÃO E APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA DOS BLOCOS E CINTAS

Após a escavação, o fundo das valas deverá ser regularizado, de acordo com a profundidade constante no projeto de estrutura, para posterior apiloamento de fundo de vala, antes da execução do lastro de concreto.

Deverá ser executado nivelamento e apiloamento do fundo das cavas a fim de corrigir possíveis falhas. Na execução, os fundos das valas deverão ser molhados com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos (raízes de árvores, formigueiros, etc.) não aflorados, que serão acusados por percolação de água; após isso, o fundo deverá ser fortemente apilado com compactador mecanizado para blocos e apiloamento com soquete para valas.

No fundo dos bloco e cintas, deverá ser executado lastro de concreto simples, com espessura de 5 cm, conforme indicado no item 6.4.4.1 da NBR 6122:2010, sendo que para estes elementos não haverá forma de madeira no fundo.

Acima das cintas, onde houver o rebaixo da mesma para com o nível do piso, adicionar fiadas de blocos de concreto cheio, com FCK 15 Mpa, de mesma espessura da cinta, até que

fique nivelado com o piso. Acima desses blocos que será construída as alvenarias de vedação.

### 3.7 ALVENARIA DE BLOCOS

A alvenaria de bloco de concreto deverá ser assentada com uma argamassa mista traço 1:2:8 (cim:cal:areia), com juntas desencontradas no alinhamento vertical. As fiadas serão perfeitamente alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura máxima de 15 mm; os blocos serão umedecidos antes de sua colocação para não ocorrer a absorção da água da argamassa de rejuntamento;

A impermeabilização dos muros de bloco de concreto se faz através de manta asfáltica na vertical, que será realizada conforme instrução do fabricante.

### 3.8 FORMAS E ESCORAMENTOS

As formas deverão ser dimensionadas de modo que não possuam deformações prejudiciais, quer sob a ação dos fatores ambientais, quer sob a carga, especialmente a do concreto fresco, considerando nesta o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto.

O escoramento devera ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais a forma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase de endurecimento. Deverão ser tomadas as precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por eles transmitidas.

Deverá ser empregado escoramento metálico, devendo ser seguidas as instruções do fornecedor responsável pelo sistema.

### **3.8.1 Montagem de formas para concreto armado**

#### **3.8.1.1 Montagem de forma de pilar**

Na montagem das formas dos pilares, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Verificar se o desmoldante foi aplicado nas formas (exceto no primeiro uso);
- b) Observar se o posicionamento das galgas e dos espaçadores e o espaçamento entre tensores ou agulhas atendem ao projeto;
- c) Conferir o prumo das formas de pilares, utilizando um prumo face, e a altura de topo de cada painel;
- d) Conferir a imobilidade do conjunto Mão-francesa-gastalho e o esquadro do encontro dos painéis no topo do pilar;
- e) Verificar todos os encaixes das formas para que não haja folgas. Acertar eventuais diferenças encontradas em qualquer dos itens averiguados.

#### **3.8.1.2 Montagem de forma de viga**

Na montagem das formas das vigas, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Utilizando um prumo, observar se os pontos de fixação das linhas de náilon que definem os eixos da obra foram transferidos, do andar inferior para o pavimento a ser concretado, com exatidão. Acertar qualquer diferença encontrada;
- b) Verificar a locação dos topos das formas de pilares, com uma tolerância de 2 mm, bem como as dimensões internas das formas;
- c) Checar se o desmoldante foi aplicado na face da forma de viga (exceto no primeiro uso);
- d) Certificar-se do perfeito encaixe das formas na cabeça dos pilares, admitindo uma tolerância de 2 mm;

- e) O alinhamento dos painéis laterais deve ser conferido por intermédio de linhas de náilon unindo as cabeças dos pilares;
- f) Observar o nivelamento dos fundos de viga, medindo com um metro a altura da forma ate a linha de náilon posicionada horizontalmente, abaixo dos fundos de viga;
- g) Avaliar a perfeita imobilidade de todo o conjunto.

#### 3.8.1.3 Montagem de forma de lajes

Na montagem das formas das lajes, devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) Verificar a fixação e o posicionamento dos sarrafos - guia para apoio das longarinas;
- b) Checar o posicionamento das longarinas e das escoras, bem como o seu travamento;
- c) Será obrigatória, a verificação do nivelamento das formas de laje, com aparelho de nível a laser, pela parte superior das formas. O aparelho será instalado, em um local onde o transito de pessoas e a possibilidade de deslocamento do mesmo, seja menor, devendo a base, ser o mais firme possível. Define-se então, a referência de nível, segundo a qual, será verificado o nível da laje. Posiciona-se o sensor eletrônico do aparelho, preso a uma régua de alumínio, em diversos pontos, procedendo em cada um, os ajustes necessários, ate que se tenha uma condição de nivelamento perfeita;
- d) Observar se o assoalho esta todo pregado nas longarinas e com desmoldante aplicado.

Obs: a laje do térreo (nível -1,45) será desenvolvida da mesma forma que nos outros locais. O que diferenciara é a impermeabilização, detalhada no item 3.11.2

#### 3.8.2 Precauções anteriores ao lançamento do concreto

Antes do lançamento do concreto deverão ser conferidas as dimensões e a posição das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria da estrutura corresponda ao projeto. Procede-se

a limpeza do interior das formas e a vedação das juntas, de modo a evitar a fuga de pasta. Nas formas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, deve-se deixar aberturas próximas ao fundo, para limpeza.

Não lançar o concreto de altura maior que 2 m a fim de não causar a segregação do mesmo. Quando necessário por motivos executivos usar funil com tamanho necessário para que a distância de queda seja menor que a permitida.

As formas absorventes deverão ser molhadas até a saturação, fazendo-se furos para escoamento da água em excesso. No caso em que as superfícies das formas sejam tratadas com produtos antiaderentes, destinados a facilitar a desmontagem, esse tratamento deverá ser executado antes da colocação da armadura. Os produtos empregados não deverão deixar, na superfície do concreto, resíduos que sejam prejudiciais ou possam dificultar a retomada da concretagem ou a aplicação de revestimento.

Não será permitido a concretagem de blocos e cintas sem fôrmas.

### 3.9 ARMADURA

Não poderão ser empregados na obra aços de qualidades diferentes das especificadas no projeto, sem aprovação previa do projetista. Quando previsto o emprego de aços de qualidades diversas, deverão ser tomadas as necessárias precauções para evitar a troca involuntária.

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substancia prejudicial a aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

O dobramento das barras, inclusive para os ganchos, deverá ser feito com os raios de curvatura previstos no projeto e respeitando os diâmetros internos de curvatura previstos na NBR 14931:2004. As barras de aço deverão ser sempre dobradas a frio. As barras não podem ser dobradas junto as emendas com soldas, observando-se uma distância mínima de 10 vezes o diâmetro.

As emendas das barras de aço poderão ser executadas por trespasse. Os trespases deverão respeitar, rigorosamente, os detalhes e orientações do projeto estrutural.

A armadura deverá ser posicionada e fixada no interior das formas de modo que durante o lançamento do concreto se mantenha na posição indicada no projeto, conservando-se inalteradas as distancias das barras entre si e as faces internas das formas. Para isso, deverão ser adotados os procedimentos descritos no item.

Nas lajes deverá ser efetuada a amarração das barras, de modo que em cada uma destas o afastamento entre duas amarrações não exceda 35 cm.

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviços deverão estar dispostas de modo a não acarretarem deslocamento das armaduras.

As barras de espera deverão ser devidamente protegidas contra a oxidação; ao ser retomado a concretagem elas deverão ser perfeitamente limpas de modo a permitir boa aderência. Qualquer armadura terá cobrimento de concreto nunca menor que as espessuras prescritas no projeto e na norma NBR 6118:2014. Para garantia do cobrimento mínimo preconizado em projeto será utilizados espaçadores plásticos ou espaçadores de concreto mesmo traço previsto no projeto, e mesmo até outro dispositivo aprovado pela FISCALIZAÇÃO, com espessuras iguais ao cobrimento previsto e que não tenham partes metálicas expostas.

A execução das obras deverá ser a mais cuidadosa possível a fim de que as dimensões, a forma e a posição das peças obedeam às indicações do projeto, bem como da NBR 6118:2014 e da NBR 14931:2004 da ABNT.

Para a estocagem do aço, as armaduras nos depósitos deverão apoiar sobre vigas ou toras de madeira, colocadas sobre o terreno previamente drenado para evitar a corrosão do material e deformações em barras já preparadas para a montagem.

### 3.10 CONCRETAGEM

O concreto deverá ser transportado do local do amassamento ou da boca de descarga do caminhão betoneira até o local da concretagem num tempo compatível com as condições, e o meio utilizado não deverá acarretar desagregação ou segregação de seus elementos ou perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

No caso de transporte por bombas, o diâmetro interno do tubo deverá ser no mínimo quatro vezes o diâmetro máximo do agregado.

O sistema de transporte devesse, sempre que possível, permitir o lançamento do concreto direto nas formas, evitando-se depósito intermediário; se este for necessário, no manuseio do concreto deverão ser tomadas precauções para evitar segregação.

Salvo condições específicas definidas em projeto, ou influência de condições climáticas ou de composição do concreto, recomenda-se que o intervalo de tempo transcorrido entre o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento e o final da concretagem não ultrapasse a 2h 30min.

Quando a temperatura ambiente for elevada, ou sob condições que contribuam para acelerar a pega do concreto, esse intervalo de tempo deve ser reduzido, a menos que sejam adotadas medidas especiais, como o uso de aditivos retardadores, que aumentem o tempo de pega sem prejudicar a qualidade do concreto. Em nenhuma hipótese se fará lançamento após o início da pega.

Para os lançamentos a serem executados a seco, em recintos sujeitos a penetração de água, deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não haja água no local em que se lança o concreto nem possa o concreto fresco vir a ser por ela lavado.

O concreto deverá ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustação de argamassas nas paredes das formas e nas armaduras.

Deverão ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. A altura de queda livre não poderá ultrapassar 2,00 m. Para peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas.

Cuidados especiais deverão ser tomados quando o lançamento se der em ambiente com temperatura inferior a 10°C ou superior a 40°C.

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser com equipamento adequado a sua consistência.

O adensamento deverá ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não



se formem ninhos ou haja segregação dos materiais; deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios a seu redor com prejuízo da aderência. Quando se utilizarem vibradores de imersão a espessura da camada deverá ser aproximadamente igual ao comprimento da agulha; se não puder atender a esta exigência não deverá ser empregado vibrador de imersão. O vibrador nunca deverá ser desligado com a agulha introduzida no concreto.

Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem, deverão ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o do novo trecho. Antes de reiniciar-se o lançamento, deverá ser removida a nata e feita a limpeza da superfície da junta.

Deverão ser tomadas precauções para garantir a resistência aos esforços que podem agir na superfície da junta, que poderão consistir na cravação de barras ou deixar arranques ou reentrâncias no concreto mais velho. As juntas deverão ser localizadas nas áreas de menores esforços de cisalhamento, preferencialmente em posição normal aos de compressão. O concreto deverá ser perfeitamente adensado até a superfície da junta. O responsável pelo cálculo estrutural deverá ser consultado sobre a melhor localização da junta.

A concretagem das vigas deverá atingir o terço médio do vão, não sendo permitidas juntas próximas aos apoios. Na ocorrência de juntas em lajes, a concretagem deverá atingir o terço médio do maior vão, localizando-se as juntas paralelamente a armadura principal.

Todas as tubulações que trespassem o concreto deverão ser colocadas quando da concretagem, sendo que todos os tubos devem ser de parede reforçada. Antes de cada concretagem, devem ser verificados os projetos de instalações, de modo a permitir a colocação de "block-outs" ou passagens nas vigas, para a passagem das tubulações, perfilados ou eletro calhas indicadas. As passagens de tubulações através de vigas e outros elementos estruturais deverão obedecer ao projeto, não sendo permitidas mudanças em suas posições, a não ser com autorização do autor do projeto estrutural. Passagem de tubos galvanizados devem receber isolamentos impermeáveis, porque após um determinado tempo, o cimento ataca a galvanização e o tubo estará sujeito à corrosão.

### 3.11 CURA, RETIRADA DAS FORMAS E DO ESCORAMENTO

#### 3.11.1 Cura

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deverá ser protegido contra agentes prejudiciais, tais como mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações, de intensidade tal, que possa produzir fissuração na massa do concreto ou prejudicar a sua aderência a armadura.

A proteção contra a secagem prematura, pelo menos durante os 7 primeiros dias após o lançamento do concreto, aumentado este mínimo quando a natureza do cimento o exigir, poderá ser efetuada mantendo-se umedecida a superfície ou protegendo com uma película impermeável ou cura química. O endurecimento do concreto poderá ser antecipado por meio de tratamento térmico adequado e devidamente controlado, não se dispensando as medidas de proteção contra a secagem.

#### 3.11.2 Retirada das formas e escoramento

A construção das formas e do escoramento devera ser executada de modo a facilitar a retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário. Para que se possa fazer essa retirada sem choque, o escoramento devera ser apoiado sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim.

Deverão ser utilizados produtos que facilitem a retirada das formas após a concretagem, sem, contudo deixar manchas ou bolhas sobre a superfície dos concretos. No ato de desforra das pecas, e obrigatória a amarração previa das formas a serem retiradas, como forma de evitar a sua queda e por consequência riscos de acidente e danos a futuras reutilizações. E importante que em todo sistema de forma sejam previstas faixas de reescoramento, cujas escoras não serão removidas no ato da desforra, ali permanecendo, como forma de se evitar a deformação plástica imediata e instantânea das pecas de concreto.

A retirada das formas e do escoramento só poderá ser efetuada quando o concreto se achar suficientemente endurecido para resistir as ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o valor baixo de  $E_c$ , a maior probabilidade de grande deformação lenta quando o concreto é solicitado com pouca idade.

Se não for demonstrado o atendimento das condições acima e não se tendo usado cimento de alta resistência inicial ou processo que acelere o endurecimento, a retirada das formas e do escoramento não deverá ser efetuada antes dos seguintes prazos:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias, entretanto, permanecendo no local as faixas de reescoramentos previamente projetadas;
- Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias.

Após a desforma, as vigas baldrame receberão duas demãos de argamassa polimérica (tipo sikatop 100 ou 107 ou equivalente) nas duas faces laterais – apenas nos 30 cm do topo para baixo, e na face superior para evitar a permeabilidade de água.

A laje do térreo receberá impermeabilização por manta asfáltica.

A manta asfáltica deve ser aplicada por profissionais especializados. Para a aplicação, são necessários maçarico de alta pressão com gatilho ligado a um botijão de gás, uma espátula e luvas. Se a área for muito grande, podem ser usados mais de um maçarico e mais de um botijão.

Todo o procedimento deve ser realizado conforme especifica o fabricante e seguindo os passos básicos:

- a) Realizar a limpeza, secagem e regularização da laje;
- b) Aplicação de primer ou pintura primária;
- c) Aplicação da manta asfáltica;
- d) Realizar o arremate nas extremidades;
- e) Fazer o teste da lâmina d'água durante 72 horas para verificação da estanqueidade.

Sobre a face superior das vigas, para aderência da alvenaria deverá ser aspergida uma camada de areia fina imediatamente após a impermeabilização.

A retirada do escoramento e das formas deverá ser efetuada sem choques, e só pode ser executada quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir aos fatores que atuarem sobre ele sem sofrer deformações inaceitáveis.

Essa retirada não pode ocorrer antes dos seguintes:

- a) Faces laterais: 3 dias;
- b) Faces inferiores, mantendo as escoras bem encunhadas e convenientemente espaçadas: 14 dias;
- c) Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias.

### 3.12 CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico deverá ser realizado segundo as prescrições contidas na NBR 6118:2014 e na NBR 14931:2004, controlando todos os materiais a serem utilizados, e através de laboratório idôneo e certificado em padrão de referência ISO. Enfatiza-se a necessidade da realização de uma inspeção visual detalhada, por parte da FISCALIZAÇÃO, buscando-se detectar nichos, brocas e vazios na estrutura, e só após este controle será definida a metodologia de recuperação a ser adotada, se for o caso.

Em caso de dúvidas, ou na presença de pequenas e precoces deteriorações nas estruturas que possam vir a comprometer a qualidade e durabilidade das mesmas, será a critério da FISCALIZAÇÃO e da equipe técnica da CONTRATANTE, recomendada a realização de ensaios especiais, preferencialmente não destrutivos, como forma de melhor balizar decisões sobre a recuperação, o desmanche, a modificação do processo construtivo e, mesmo até do projeto.

Para o aço deverá exigir do fabricante os certificados contendo o resultado dos ensaios de tração (resistência de escoamento, resistência de ruptura e alongamento) e dobramento, realizados de acordo com as Normas Técnicas ABNT-NBR, além da verificação visual de defeitos (fissuras, esfoliação e corrosão) e do comprimento e da marcação das barras com identificação do fabricante.

- NBR ISO 6892:2002 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente,

- NBR-7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação.

Não serão aceitas barras oxidadas, mesmo que parcialmente.

Para o concreto, a primeira verificação a ser feita é a conferência do lacre do caminhão com o código da nota, em caso de incompatibilidade não são asseguradas as características esperadas e isso justifica a devolução do lote. Além desse código, constam na nota fiscal outras informações referentes à resistência, ao abatimento e sua tolerância e traço, assim como o uso de aditivos. Após a checagem desses documentos, o concreto está liberado para ser testado.

Faz-se inicialmente o ensaio de abatimento ("slump test"), que faz uma avaliação da plasticidade do concreto. Após o ensaio de abatimento faz-se os corpos de prova, que servirão para testar a resistência e a elasticidade do concreto em laboratório. O laboratório deverá ser especializado em tecnologia de concreto e de materiais e ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO, não sendo aceitos ensaios apresentados pela concreteira.

O controle tecnológico abrangerá as verificações da dosagem utilizada, da trabalhabilidade, das características dos constituintes e da resistência mecânica aos 3, 7 e 28 dias de acordo como preveem as normas NBR 5738:2015 - Concreto - moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos - Método de ensaio e NBR 5739:2007 - Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. O controle será efetuado a cada caminhão betoneira, prevalecendo o que o fiscal determinar.

-NBR-12655:2006 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento durante a concretagem, deve-se anotar em qual peça foi utilizado o concreto do respectivo caminhão, pois, caso haja algum problema com a resistência axial dos corpos de prova, pode-se localizar o trecho problemático e providenciar sua recuperação.

Moldagem dos corpos-de-prova: além das prescrições precedentes, será observado o cuidado de moldagem de corpos-de-prova de cada elemento representativo da estrutura.  $f_{ck}$ : o cálculo do  $f_{ck}$  estimado deverá ser feito de acordo com as normas técnicas vigentes.

Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio e verificação da resistência final ( $f_{ck}$ ), e módulo de elasticidade especificado em projeto.

Para cada turno de concretagem com até 50m<sup>3</sup> de concreto de um mesmo lote deverão ser moldados 05 corpos de prova, destinados ao ensaio de módulo de elasticidade. Turnos com quantidade de concreto superior a 50m<sup>3</sup> deverão seguir a proporção de 5 corpos de prova para cada múltiplo ou fração superior a 50m<sup>3</sup>.

Cura do concreto: Deverá atender aos itens 10.1 e 10.2 da Norma NBR 14931/2004 - execução de estruturas de concreto - Procedimento.

A CONTRATADA deverá executar a cura de todas as peças em concreto, inclusive vigas e pilares, por pelo menos 7,0 (sete) dias após o lançamento do concreto, principalmente das lajes, para evitar retração excessiva do concreto. O método de cura poderá ser aquele que melhor convier à CONTRATADA, observando-se que deverá ser tão mais eficiente e prolongada, quanto mais severas (insolação, ventos e baixa umidade do ar) forem as condições de exposição posteriores.

Mensalmente deverá ser apresentado mapa de concretagem realizada, acompanhada dos resultados dos ensaios realizados, além dos certificados do aço referentes a cada nota fiscal, não descartando a obrigatoriedade da anuência do fiscal da CONTRATANTE para liberação de cada desforma.