FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS
FUNDAÇÕES

SUMÁRIO

1. Objetivo
2. Execução dos Serviços
3. Normas e Práticas Complementares

Anexos

- Anexo 1 - Fiscalização

1. OBJETIVO

Estabelecer as diretrizes básicas para a execução de serviços de Fundações.

2. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

2.1 Fundações Diretas

2.1.1 Materiais

Os materiais utilizados para a execução das fundações diretas, concreto, aço e forma, obedecerão às especificações de projeto.

2.1.2 Equipamentos

Os equipamentos para execução das fundações serão função do tipo e dimensão do serviço. Poderão ser utilizados: escavadeira para as operações de escavação, equipamentos para concretagem, como vibradores, betoneiras, mangueiras, caçambas, guindastes para colocação de armadura, bombas de sucção para drenagem do fundo de escavação e outros que se fizerem necessários.

2.1.3 Processo executivo

As fundações diretas, como sapatas, blocos, sapatas associadas, vigas de fundação, vigas alavanca e vigas de travamento, "radier" e outros deverão ser locados perfeitamente de acordo com o projeto.

A escavação será realizada com a inclinação prevista no projeto ou compatível com o solo escavado. Uma vez atingida a profundidade prevista no projeto, o terreno de fundação será examinado para a confirmação da tensão admissível admitida no projeto. No caso de não se atingir terreno com resistência compatível com a adotada no projeto, a critério da Fiscalização e consultado o autor do projeto, a escavação será aprofundada até a ocorrência de material adequado. Será permitida a troca do solo por outro material, como pedras e areia, desde que consultado o autor do projeto.

Uma vez liberada a cota de assentamento das fundações, será preparada a superfície através da remoção de material solto ou amolecido, para a colocação do lastro de concreto magro previsto no projeto.

As operações de colocação de armaduras e concretagem dos elementos de fundação serão realizadas dentro dos requisitos do projeto e de conformidade com a Prática de Construção de Estruturas de Concreto, tanto quanto às dimensões e locações, quanto às características de resistência dos materiais utilizados. Cuidados especiais serão tomados para permitir a drenagem da superfície de assentamento das fundações diretas e para impedir o amolecimento do solo superficial.

Se as condições do terreno permitirem, poderá ser dispensada a utilização de fôrmas, executando-se a concretagem contra "barranco", desde que aprovada pela Fiscalização. O reaterro será executado após a desforma dos blocos e vigas baldrames, ou 48 horas após a cura do concreto, se este for executado "contra barranco".

2.1.4 Recebimento

O controle de qualidade do concreto e armaduras será realizado de acordo com a Prática de Construção de Estruturas de Concreto. As fundações serão consideradas adequadas e recebidas se executadas de acordo com as indicações desta Prática e na locação indicada no projeto.

2.2 Estacas de Madeira

2.2.1 Materiais

As estacas de madeira apresentarão os requisitos mínimos previstos no projeto, como diâmetro e qualidade do material. Todas as estacas recebidas no obra deverão atender às especificações do projeto e estar em perfeitas condições e isentas de descontinuidades.

2.2.2 Equipamentos

O equipamento de cravação será do tipo "bate-estaca de queda livre" ou a explosão, com características compatíveis com a estaca, material, comprimento previsto e carga de trabalho indicados no projeto.

2.2.3 Processo executivo

O sistema adotado para transporte, armazenamento e colocação na posição de cravação, nas guias dos bate-estacas, deverá ser realizado de modo a impedir qualquer fratura ou trinca da estaca. A cravação será executada nos pontos indicados no projeto.

Toda estaca danificada nas operações de cravação, por danos durante a cravação, deslocamento de posição, topo da estaca abaixo da cota de arrasamento prevista no projeto e outras falhas, será corrigida mediante consulta prévia ao autor do projeto.

Em blocos com mais de duas estacas, deverá ser realizada a verificação do posicionamento das estacas já

cravadas, quando da cravação de uma nova estaca do bloco. Se forem registrados deslocamentos sensíveis, a critério da Fiscalização, serão tomadas medidas que assegurem o comportamento previsto no projeto das estacas deslocadas, como, por exemplo, a recravação.

Durante a cravação, a estaca deverá ter a sua cabeça protegida por um capacete, provido de um coxim de corda ou de outro material adequado, que se adapte ao capacete e se apoie a um bloco de madeira. As estacas deverão ser arrasadas na cota de projeto, com todo o cuidado, de modo a assegurar a sua integridade e comportamento homogêneo.

2.2.4 Recebimento

A estaca será considerada aprovada pela Fiscalização quando tiver sido obtida a nega prevista no projeto e se executada de conformidade com esta Prática e na locação indicada no projeto.

2.3 Estacas Pré-Moldadas

2.3.1 Materiais

As estacas recebidas na obra deverão atender às especificações de projeto e estar perfeitamente curadas e isentas de fissuras.

2.3.2 Equipamentos

O equipamento a ser utilizado na cravação será do tipo bate-estaca "queda-livre", "vapor" ou "diesel", e compatível com as dimensões, comprimento e carga de trabalho previstos no projeto.

2.3.3 Processo Executivo

O equipamento será posicionado de tal modo que a estaca seja cravada exatamente no ponto indicado no projeto. Deverá ser verificada a verticalidade da torre, a fim de assegurar a inclinação da estaca dentro dos limites especificados no projeto.

O sistema adotado para transporte, armazenamento e colocação na posição de cravação e nas guias dos bate-estacas deverá ser realizado de modo a impedir fratura ou estilhaçamento do concreto. As estacas danificadas deverão ser substituídas por outras em perfeitas condições. Toda estaca danificada nas operações de cravação deverá ser corrigida ou substituída mediante consulta prévia ao autor do projeto.

Em blocos com mais de duas estacas deverá ser realizada a medida do levantamento de estacas cravadas, quando da cravação de uma nova estaca no bloco.

Quando forem registrados deslocamentos sensíveis, a critério da Fiscalização, poderão ser tomadas as seguintes medidas:

- recravação das estacas afetadas;
- cravação de novas estacas, considerando danificadas as que tiverem apresentado movimentação.

A emenda nas estacas será aceita desde que assegure o comportamento uniforme e contínuo das estacas. Só serão aceitas emendas por simples justaposição em estacas não sujeitas a esforços horizontais ou de tração. Em casos especiais as emendas serão do tipo rígido, isto é, soldadas com anel ou concretadas "in loco", ou outro tipo sujeito à aprovação da Fiscalização.

As estacas serão arrasadas na cota de projeto, com todo o cuidado, de modo a assegurar a integridade do concreto e o comportamento homogêneo da estaca.

As estacas somente serão liberadas para cravação após a comprovação da resistência do concreto e aço utilizados pelo fornecedor, realizada mediante apresentação de certificados de controle tecnológico, que deverão ser compatíveis com as características adotadas no projeto. Durante a cravação, o boletim de cravação deverá ser preenchido adequadamente, a fim de permitir o controle de execução. Para todas as estacas, o boletim de cravação deverá indicar o número aplicado de golpes para o avanço sucessivo de metro em metro.

2.3.4 Recebimento

Uma estaca será rejeitada quando apresentar fissura ou várias fissuras visíveis, que se estendam por todo o perímetro da seção transversal, ou quando acusar imperfeições que, a critério da Fiscalização, afetem a sua resistência ou vida útil.

A estaca será considerada aprovada quando tiver sido obtida a nega prevista, bem como executada de conformidade com esta Prática e na locação indicada no projeto. A nega deverá ser determinada no mínimo três vezes consecutivas, para a nega média determinada numa série de dez golpes.

2.4 Estacas de Aço

Para a execução das fundações com estacas de aço, serão válidas todas as recomendações apresentadas nos itens 2.2 e 2.3, salientando-se ainda os aspectos a seguir descritos.

As estacas de aço deverão ter formas e dimensões rigorosamente de conformidade com o projeto, inclusive no que se refere aos detalhes de emendas. Deverão ser praticamente retilíneas e resistir à corrosão pela própria natureza da liga metálica ou por tratamento adequado.

Quando inteiramente enterradas, poderão ser dispensado tratamento especial, porém, havendo trechos desenterrados, será obrigatória a proteção com o encamisamento. Se for o caso, conforme indicação de projeto, deverá ser verificado o nível correto do lençol freático, para a definição do eventual comprimento adicional do encamisamento de proteção.

2.5 Estacas Tipo "Strauss"

2.5.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução de estacas tipo "Strauss", concreto e aço, obedecerão às especificações de projeto.

2.5.2 Equipamentos

O equipamento constará de um tripé de aço ou madeira acoplado a um motor, de uma sonda de percussão especial, de um soquete e demais equipamentos acessórios.

2.5.3 Processo executivo

Inicialmente deverá ser implantado o tripé exatamente no posicionamento das estacas a serem executadas. O tripé será localizado de forma que o soquete preso ao cabo de aço fique centralizado com o piquete de locação.

Com o soquete será iniciada a perfuração até a profundidade de cerca de 1,00 a 2,00 metros, furo este que servirá de guia para a introdução do primeiro tubo, dentado na extremidade inferior, chamado "coroa". Com a introdução da "coroa", o soquete será substituído pela sonda de percussão que, por golpes sucessivos, deverá remover o solo do interior e abaixo da "coroa", automaticamente introduzida no terreno.

Quando a "coroa" estiver toda cravada, será rosqueado o novo segmento do tubo e o processo de escavação avançará sucessivamente até atingir uma camada de solo resistente, compatível com a carga de projeto, ou até que se tenha um comprimento considerado suficiente pela Fiscalização.

Após o término da escavação será realizada a limpeza da lama e água acumuladas no furo, utilizando-se a sonda. A seguir, a sonda será substituída pelo soquete e se iniciará o processo de concretagem.

Inicialmente será lançado concreto no tubo em quantidade que permita obter uma coluna de um metro de altura e, sem retirar ou puxar a tubulação de revestimento, o concreto será apiloado. Para a execução do fuste, o concreto será novamente lançado e, à medida em que for apiloado, a tubulação será retirada com emprego de guincho.

Para a garantia da continuidade do fuste, dever-se-á sempre manter dentro da tubulação, durante o apiloamento, uma coluna de concreto suficiente para ocupar todo o espaço perfurado e evitar eventuais vazios no subsolo. Desta forma, o pilão nunca deverá entrar em contato direto com o solo da parede da estaca.

Caso a estaca possua armadura ao longo do fuste, esta deverá ser colocada após a operação de apiloamento da base, de conformidade com o projeto. Caso contrário, será executada somente a armação da cabeça da estaca. Finalmente a cabeça deverá ser preparada e arrasada na cota indicada no projeto.

2.5.4 Recebimento

O controle de qualidade do concreto e da armadura deverá ser realizado de conformidade com a Prática de Construção de Estruturas de Concreto. As estacas serão consideradas adequadas e recebidas se executadas conforme esta Prática e na locação indicada no projeto.

2.6 Estacas Escavadas de Grande Diâmetro (Estacões)

2.6.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução de estacas de grande diâmetro, concreto, aço e lama bentonítica, obedecerão às especificações de projeto. Normalmente serão empregados concretos com plasticidade correspondente a um "slump" de 20 ± 2 cm. A composição da suspensão de bentonita deverá garantir a estabilidade da perfuração durante todos os estágios da execução.

2.6.2 Equipamentos

Deverão ser previstos todos os equipamentos principais e acessórios para a execução, tais como torre para escavação a trado ou com caçamba, trépano, trombas para concretagem, guindaste para posicionamento da armação, tanques d'água, tanques de estoque de bentonita e outros.

2.6.3 Processo Executivo

A escavação será iniciada a seco, em uma profundidade de 2,00 a 4,00 metros, para o posicionamento do tubo-guia metálico. Após a implantação do tubo-guia, será iniciada a escavação da estaca com uso da lama bentonítica, em circulação contínua, e com qualidade controlada. O processo de escavação avançará até se atingir uma camada de solo resistente, compatível com a carga de projeto da estaca, ou até que se tenha um comprimento considerado suficiente pela Fiscalização.

O início das operações de concretagem ocorrerá, sempre que possível, imediatamente após o término da escavação, não sendo aceitável intervalo superior a 24 horas. Neste caso, a escavação deverá ser reiniciada e avançar o necessário, a critério da Fiscalização.

Se a suspensão de lama bentonítica permanecer muito tempo na escavação durante as interrupções de trabalho, dever-se-á evitar que desça abaixo do tubo-guia. Será mantida uma equipe permanente de emergência que adicione maiores quantidades de suspensão na escavação, mantendo-a homogênea. Não poderá ser adicionada água pura à lama da escavação sem o controle adequado.

No caso da necessidade de emprego do trépano para avanço da escavação, esta somente poderá ter continuidade se não produzirem vibrações que venham pôr em risco edificações vizinhas.

Após o término da escavação, a armadura montada em gaiolas pré-fabricadas será posicionada. A armadura não deverá ficar imersa na suspensão de bentonita por mais de 2 horas, sem que a concretagem seja processada.

Pouco antes de se posicionar a armadura ou iniciar a concretagem, a lama será trocada mediante recirculação, de modo a torná-la homogênea. O sistema de caranguejos, espaçadores e gabaritos da armadura serão montados de forma a não impedir a passagem da tromba de concretagem.

Nos casos em que a gaiola pré-fabricada seja de difícil colocação ou manuseio devido à sua altura, poderá, após aprovação da Fiscalização, ser executada em duas ou mais partes, garantindo-se na fase de colocação a perfeita rigidez e união entre as partes.

A concretagem será executada através do emprego de funil e tromba. Antes do início dos serviços de concretagem, o teor de areia da suspensão será controlado, verificando se é adequado ao processo de concretagem. O concreto nunca atravessará a suspensão em contato direto, mas introduzido através do funil e tubo de concretagem, inteiramente liso na face interna.

A consistência do concreto será estabelecida de modo que a boca de descarga (tremie) dos tubos de concretagem termine sempre 2,0 metros abaixo da superfície de concreto.

Em hipótese alguma serão admitidas interrupções na concretagem superiores a 15 minutos. Constatada a ocorrência de junta fria, a Contratada deverá apresentar à Fiscalização o esquema das providências que julgar necessárias para a devida aprovação.

A concretagem deverá avançar no mínimo 50 cm acima da cota de arrasamento indicada no projeto. A operação final consistirá no preparo da cabeça da estaca com a remoção do concreto de má qualidade, estimado em 50 cm. Se ainda houver concreto de má qualidade abaixo da cota de arrasamento, ele deverá ser removido e a estaca reconcretada até a cota de arrasamento indicada no projeto.

O controle da execução da estaca compreenderá os seguintes itens:

- controle das dimensões da estaca e das fases de execução, mediante preenchimento do boletim de cravação;
- controle do consumo de concreto;
- controle da qualidade da lama bentonítica, mediante determinação do peso específico, viscosidade, alcalinidade, teor de areia e outros dados que a Fiscalização julgar necessários;
- controle da resistência do concreto;
- controle de qualidade do concreto e da armadura de acordo com a Prática de Construção de Estruturas de Concreto.

2.6.4 Recebimento

A estaca será considerada adequada e recebida se executada de conformidade com esta Prática e na locação indicada no projeto.

2.7 Estacas Tipo "Franki"

2.7.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução de estacas tipo "Franki", concreto, brita e aço, obedecerão às especificações de projeto.

2.7.2 Equipamentos

O equipamento a ser empregado será o bate-estacas tipo "Franki", com pilão e os tubos de cravação que se fizerem necessários. O equipamento será tal que:

- a altura da torre seja compatível com o comprimento previsto para as estacas a serem executadas;
- o diâmetro do pilão seja compatível com a armação das estacas previstas no projeto;
- o comprimento do tubo de cravação seja maior que o comprimento previsto da estaca mais a diferença de cota entre o terreno e o arrasamento da estaca.

Caso a ponta do pilão apresente desgaste que acarrete compactação desigual do concreto, o pilão deverá ter sua ponta ajustada com soldagem adequada.

Excepcionalmente será permitida, a critério da Fiscalização, a complementação do comprimento do tubo através de emenda por encaixe, desde que se situe acima do nível d'água do terreno, não tenha comprimento superior a 25% do comprimento da estaca a executar e tenha o diâmetro compatível com o da estaca.

2.7.3 Processo Executivo

O bate-estaca deverá ser posicionado exatamente no ponto de cravação da estaca, devendo ser verificada a verticalidade ou a inclinação da guia e da torre do equipamento, para não permitir que seja ultrapassada a tolerância da inclinação da estaca indicada nas especificações do projeto.

A execução será iniciada com a cravação do tubo, devendo ser observada, na execução de estacas de um mesmo apoio, a seqüência de execução do centro para a periferia ou de um bordo em direção ao outro. As estacas deverão ser cravadas até obter as negas especificadas no projeto ou aprovadas pela Fiscalização. O momento para iniciar a determinação das negas será indicado quando:

- a curva do gráfico de cravação mostrar uma tendência mais acentuada em se tornar paralela ao eixo de número de golpes;
- a energia necessária para a cravação de 0,50 m de tubo for compatível com a carga de projeto.

Serão verificadas constantemente durante a cravação possíveis infiltrações de água. Nessa etapa de execução da estaca cuidar para que seja mantida a altura da bucha dentro do tubo de cravação, adicionando mais brita ou concreto, quando necessário.

Obtidas as negas indicadas e definida a cota de assentamento da ponta da estaca, será iniciada a expulsão da bucha e executado o alargamento da base. O volume mínimo da base será o indicado no projeto, bem como a energia necessária para introduzir o concreto final. Na etapa de abertura da base ou formação do bulbo, a altura de queda do pilão não deverá ser superior a 6 metros.

Após a execução da base, será introduzida a armadura pré-fabricada em gaiolas contínuas, não sendo permitido o emprego de seções justapostas. A armadura será montada de forma a permitir a passagem do pilão previsto na execução. Nos casos em que se observar o levantamento de estacas vizinhas acima de 2,5 cm, a armadura deverá ser ancorada na base, de modo a garantir o comportamento homogêneo da estaca.

A última caçambada de concreto da base deverá ser

executada após o posicionamento da armadura, promovendo-se o seu apiloamento enérgico, à medida que o tubo é lentamente extraído. Ao restarem 0,20 m de bucha de segurança dentro do tubo verifica-se se a armação ficou ancorada na base e não acompanha o tubo no seu arrancamento. Caso a ancoragem não tenha ficado perfeita, repete-se a operação, tantas vezes quantas forem necessárias, para que a armação permaneça imóvel enquanto o tubo é extraído. Deverá, também, ser realizado o controle do encurtamento da armadura durante o apiloamento, que não poderá ser brusco.

A concretagem do fuste deverá avançar através de operações seqüenciais de concretagem, apiloamento e retirada do tubo até 30 cm acima da cota de arrasamento. A cabeça da estaca deverá ser preparada com a remoção do concreto de má qualidade de, no mínimo, 30 cm.

A tolerância, no levantamento de cada estaca de um mesmo apoio, será de 25 mm, medidos logo após a conclusão de todas as estacas de apoio. No caso de serem constatados levantamentos superiores, em face da resistência elevada do terreno de fundação, a critério da Fiscalização, deverão ser executados pré-furos para facilitar a cravação.

O controle da execução da estaca compreenderá os seguintes itens:

- controle das dimensões, locação, negas e demais elementos mediante o preenchimento do boletim de cravação;
- controle da qualidade do concreto e da armadura de acordo com a Prática de Construção de Estruturas de Concreto.

Especial cuidado será adotado para moldar os corpos de prova de concreto, já que este se apresenta bastante seco, devendo ser utilizado o adensamento manual enérgico ou o adensamento mecânico.

2.7.4 Recebimento

A estaca será considerada adequada e recebida se executada de acordo com esta Prática e na locação indicada no projeto.

2.8 Estacas Raiz ou Micro-Estacas

2.8.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução de estacas raiz ou micro-estacas - areia, cimento, água e aço - deverão obedecer as especificações de projeto.

2.8.2 Equipamentos

Deverão ser previstos todos os equipamentos principais e acessórios à execução, como sonda rotativa ou máquina a roto-percussão com martelo "down the hole" acionado a ar comprimido, tubos de perfuração e revestimento, coroas dentadas, central hidráulica, cabeçote de ar e outros.

2.8.3 Processo Executivo

A execução de uma estaca raiz terá três fases principais, distintas e consecutivas:

- perfuração;
- colocação da armadura;
- concretagem da estaca.

Perfuração

A perfuração será executada normalmente por rotação com revestimento contínuo do furo e com auxílio de um fluido em circulação (geralmente água); a tubulação de operação deverá possuir na base uma ferramenta (coroa), dotada de pastilhas de metal duro de diâmetro ligeiramente superior ao da tubulação. Os detritos resultantes da perfuração serão trazidos à superfície pelo fluido em circulação através de interstício anelar que se formará entre o tubo e o terreno. Desta forma, o diâmetro acabado da estaca será sempre maior que o diâmetro nominal da bateria de perfuração.

Durante a perfuração, a tubulação deverá penetrar no terreno e os vários segmentos serão ligados entre si por juntas rosqueadas. Poderá ser utilizado também equipamento a rotopercussão, em função das características do terreno a atravessar.

Armadura

Concluída a perfuração, a armadura metálica será colocada no interior do tubo de perfuração. Esta poderá ser constituída de uma ou mais barras de aço de aderência melhorada ou, para as estacas de maior diâmetro, de várias barras montadas em gaiola ou de um tubo.

Os diversos segmentos de armadura serão ligados entre si por simples sobreposição, no caso de estacas à compressão, ou mediante solda ou luvas rosqueadas, no caso de estacas à tração.

Concretagem

Uma vez armada a estaca, será colocado no tubo de perfuração um tubo de concretagem, que será introduzido até o fundo; através deste tubo será injetada a argamassa de cimento dosada com 500 a 600 kg de cimento por metro cúbico de areia peneirada com uma relação média água/cimento de 0,4 a 0,6, dependendo do tipo de areia utilizada, atingindo a resistência de fck $\geq$ 20 Mpa.

A argamassa de cimento, lançada de baixo para cima, garantirá que a água (ou a lama de perfuração) seja deslocada para fora e substituída pela própria argamassa. Durante esta operação, o furo permanecerá sempre revestido e, portanto, a operação será realizada com o máximo de segurança. Após o tubo de perfuração ser preenchido de argamassa, em sua extremidade superior será montado um tampão e procedida a extração da coluna de perfuração com ferramenta adequada, ao mesmo tempo em que será aplicado ar comprimido.

A compressão de argamassa será realizada por etapas, até a total execução da estaca, acrescentando-se sucessivamente uma quantidade de argamassa necessária ao completo preenchimento da tubulação e fazendo com que a argamassa colocada no interior do tubo, durante a extração da tubulação, não fique nunca abaixo da coroa de perfuração. A pressão do ar será aplicada duas ou três vezes no curso da

concretagem e, geralmente não deverá superar 0,5 Mpa; o seu valor máximo será determinado pela absorção do terreno e deverá evitar a laminação da argamassa.

Tolerâncias

- a excentricidade deverá ser ≤ 10% do diâmetro da estaca;
- o desvio de inclinação será no máximo 1% do comprimento da estaca;
- a resistência deverá estar dentro dos valores indicados no projeto.

2.8.4 Recebimento

A estaca será considerada adequada e recebida se executada de conformidade com esta Prática e na locação indicada no projeto.

2.9 Colunas de Solo cimento - "Jet-Grouting"

2.9.1 Materiais

Os materiais necessários à execução das colunas de solo cimento tipo C.C.P. ("Cement Churning Pile") ou J.G. ("Jumbo Grout"), como cimento, água, ar comprimido e outros materiais necessários à execução dos serviços deverão obedecer as indicações do projeto.

2.9.2 Equipamentos

Deverão ser utilizados os seguintes equipamentos:

Perfuratrizes

Sonda perfo-injetora de grande capacidade produtiva com potência igual ou superior a 60 HP, com comandos hidráulicos e automáticos para subida e descida de hastes para injeções com controle de rotação, velocidade de subida da haste e mastro de comprimento adequado para injeção contínua da coluna, numa só etapa. Conjuntos moto-bombas de alta pressão até 500 atm em serviço contínuo.

Misturador de Cimento

Misturador de nata de cimento acionado por motor elétrico trifásico de 220/380 V e 7,5 HP, com bomba elétrica e 2 registros borboleta.

Agitador de Cimento

Agitadores de nata de cimento de alta turbulência acionados por motor elétrico trifásico de 220/380 V e 5 HP, com redutor planetário e 2 correias de transmissão.

Materiais de perfuração/injeção, como:

- cabeças de injeção C.C.P. completas;
- porta injetor;
- hastes $\phi \geq 67$ mm de 3,0 m;
- lançador de esfera;
- revestimentos de 6" e 4";
- coroas de vidia de 6" e 4";
- tricone de vidia de 4";
- mangueiras de alta pressão $\phi \geq 3/4$";
- outros.

2.9.3 Processo Executivo

Colunas tipo C.C.P.

Após a perfuração do solo até a cota de projeto, utilizando-se hastes simples de 54 mm de diâmetro em tubo de aço, por processo rotatório, será injetada pela haste uma calda de cimento e água sob pressão de 200 a 400 kgf/cm^2 através de um ou mais bicos injetores especiais, situados próximos da sua extremidade inferior. Durante a processo será realizada a remoção lenta e gradual da haste, acompanhada de um movimento de rotação.

O processo se fundamenta na desagregação da estrutura do solo pelos jatos de calda que saem e na mistura simultânea das partículas do solo com o cimento. Da mistura entre solo "in situ" e a calda de cimento será formada uma coluna cilíndrica de solo cimento, cuja resistência dependerá do tipo do solo, quantidade de cimento injetado e da velocidade de rotação e remoção da haste.

Colunas tipo J.G.

Após a perfuração do solo até a cota de projeto, utilizando-se haste dupla de 66 mm de diâmetro em tubo de aço por processo rotativo, será injetada pela haste interna uma calda de cimento e água, sob pressão de 200 a 400 kgf/cm^2, através de um ou mais bicos injetores especiais, situados próximos à sua extremidade inferior, e por entre a haste interna e a externa o ar comprimido através de membranas especiais dispostas em torno do injetor da calda. Durante o processo de injeção será realizada a remoção lenta e gradual da haste, acompanhada de um movimento de rotação.

As colunas serão formadas pela desagregação da estrutura do solo pelos jatos de calda que saírem em alta velocidade, mediante energia cinética do próprio jato, e na mistura simultânea das partículas do solo com o cimento. Da mistura entre o solo "in situ" e a calda de cimento será formada uma coluna cilíndrica de solo cimento, cuja resistência dependerá do tipo de solo, quantidade de cimento injetado e da velocidade de rotação e remoção da haste.

2.9.4 Controles

Cotas da Ponta e Arrasamento

As cotas de ponta e arrasamento deverão ser definidas no projeto. Na etapa de locação, as cotas de projeto serão transferidas para o gabarito de execução. A verificação da cota de ponta será realizada pela leitura na escala situada ao lado do mastro a ser utilizado na perfuração, que indicará a metragem perfurada pelo número e extensão das hastes previamente medidas.

Entretanto, para se obter com precisão a cota de ponta, deverá ser descontada a distância entre o último bico injetor e a coroa de perfuração. A verificação da cota de arrasamento

será realizada pela leitura na mesma escala que indicará o trecho em que foi retirada a haste de perfuração durante a injeção. A cota de arrasamento será aquela indicada no término da injeção.

Verticalidade

A verticalidade será controlada através da verificação constante do prumo do mastro do equipamento e garantida até uma profundidade de 30 m em solos predominantemente argilosos, e de 15 m a 30 m em solos arenosos em função da variação da sua densidade. Para profundidades superiores, o procedimento será definido a partir da análise específica de cada caso.

Diâmetro

Os fatores que deverão determinar o diâmetro de uma coluna, a partir do conhecimento do solo, e de sua resistência, são:

- pressão da bomba;
- tempo de injeção;
- velocidade de rotação da haste, em R.P.M.;
- densidade da mistura;
- diâmetro do injetor;
- pressão no ar comprimido (no caso de J.G.).

Resistência

Para a mesma quantidade de cimento bombeada no solo, a resistência das colunas é função do tipo de solo. A resistência será definida em projeto após a análise do tipo de solo a tratar.

Serão retirados corpos de prova em colunas testes para realização de ensaios de verificação dos parâmetros intervenientes, bem como para verificar se os diâmetros previstos no projeto estão sendo alcançados.

2.9.5 Recebimento

As colunas de solo cimento serão aceitas e recebidas desde que atendidas as condições especificadas no projeto.

2.10 Tubulões

2.10.1 Materiais

Os materiais utilizados na execução de tubulões, como concreto, aço e camisas (de concreto ou aço), obedecerão às especificações de projeto.

2.10.2 Equipamentos

O equipamento a ser utilizado dependerá do método executivo. No caso da presença do lençol freático acima das cotas de assentamento previstas, conforme indicação do projeto, será empregado todo o equipamento específico de ar comprimido, como campânula e maquinário de descompressão.

2.10.3 Processo Executivo

Os tubulões deverão ser executados com as dimensões e características indicadas no projeto. Os fustes de tubulões poderão ser escavados, manual ou mecanicamente, em função das condições da obra a ser realizada. A abertura da base deverá ser realizada manualmente.

Os tubulões deverão ser escavados com os comprimentos indicados no projeto, que são considerados mínimos. Se for constatado, por inspeção realizada por especialista ou por ensaios efetuados na base dos tubulões, que a profundidade não está compatível com a taxa especificada no projeto, a escavação deverá avançar até a ocorrência de terreno adequado. A liberação da base será feita pela Fiscalização.

Quando necessário, deverão ser instaladas camisas de concreto ou metálicas de proteção contra o desmoronamento das paredes do fuste. A execução das camisas de concreto poderá ser realizada através do emprego de anéis pré-moldados ou moldados “in loco”.

A descida das camisas será efetuada através da escavação interna com o auxílio do peso próprio. No caso de camisas metálicas, a introdução no terreno poderá ser realizada pelo mesmo processo ou cravadas por percussão ou vibração. Após a liberação do tubulão para concretagem, o fundo da escavação será limpo, com remoção de lama ou materiais estranhos ou água.

No caso de fundações de pilares vizinhos, assentes em cotas diferentes, a reta passando pelos bordos dos tubulões deverá fazer com a vertical um ângulo sempre superior a 60°. A fundação situada em cotas mais baixas será executada em primeiro lugar.

Não será permitido o trabalho simultâneo em bases de tubulões adjacentes, tanto na fase de escavação quanto na fase de concretagem das bases. O tempo entre a conclusão do alargamento da base e a concretagem deverá ser superior a 24 horas. Sempre que a concretagem não for feita imediatamente após a conclusão do alargamento, limpeza e inspeção, uma nova inspeção deverá ser realizada.

O concreto a ser empregado deverá estar de conformidade com as especificações de projeto e o controle será realizado segundo as prescrições da Prática de Construção de Estruturas de Concreto.

O concreto para a execução das bases deverá ser lançado de uma altura máxima que não provoque segregação do material ou danos à superfície inferior da base. Após a concretagem da base, em função das prescrições de projeto, será posicionada a armadura em gaiola pré-fabricada. O fuste será concretado de modo a evitar a segregação do material.

Quando houver infiltração pelas paredes, o concreto deverá ser lançado por meio de tremonha ou caçamba. Qualquer concretagem deverá ter um fluxo contínuo, aceitando-se interrupções de, no máximo, 1 hora. Quando a interrupção da concretagem superar 1 hora, a superfície de concreto, entre os dois lançamentos, deverá ser aproximadamente horizontal. A superfície deverá ser limpa, removendo-se os vestígios de nata, tornando-a rugosa.

Se for utilizado “ar comprimido”, a pressão da câmara de trabalho deverá ser mantida 15% acima de pressão

hidrostática da base do tubulão. Serão tomados todos os cuidados para a segurança dos trabalhadores durante a escavação a ar comprimido, realizando-se testes preliminares em campânula sob as condições de pressão de trabalho. Para efeito do controle da execução, será preenchido o boletim de cravação, com todos os seus dados.

2.10.4 Recebimento

Os serviços serão considerados recebidos se executados de acordo com esta Prática e na locação indicada no projeto.

3. Normas e Práticas Complementares

A execução de serviços de Fundações deverá atender também às seguintes Normas e Práticas Complementares:

- Práticas de Projeto, Construção e Manutenção de Edifícios Públicos Federais;
- Normas da ABNT e do INMETRO:

  NBR 6118 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado - Procedimento

  NBR 6121 - Prova de Carga à Compressão de Estacas Verticais - Procedimento

  NBR 6122 - Projeto e Execução de Fundações - Procedimento
- Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
- Instruções e Resoluções dos Órgãos do Sistema CREA-CONFEA.

Anexo 1
Fiscalização

SUMÁRIO

1. Objetivo
2. Fiscalização

1. Objetivo

Estabelecer as diretrizes gerais para a Fiscalização dos serviços de Fundações.

2. Fiscalização

A Fiscalização deverá realizar, além das atividades mencionadas na Prática Geral de Construção, as seguintes atividades específicas:

Escavações e Reaterros

- observar se as escavações estão sendo executadas com as dimensões necessárias, e se foram tomadas as devidas precauções quanto ao escoramento e proteção das paredes e muros de divisa porventura existentes;
- acompanhar a execução do reaterro das cavas, verificando se é executado conforme o procedimento estabelecido na Prática de Construção correspondente.

Escoramentos

- observar se são obedecidas durante a execução, as determinações contidas no projeto e na Prática de Construção;
- exigir escoramentos adequados, quando necessários e não previstos no projeto e na Prática de Construção.

Fundações Diretas

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações
- observar se o lastro aplicado satisfaz às exigências do projeto quanto ao tipo e dimensões (espessura principalmente), e se o fundo da caixa foi convenientemente apiloado antes do seu lançamento;
- liberar a execução da concretagem da peça, após conferir as dimensões, os alinhamentos, as condições de travamento, vedação e limpeza das formas, posicionamento e bitolas da armadura, de acordo com o projeto;
- acompanhar a execução da concretagem, observando se são obedecidas as recomendações sobre o preparo, o transporte, o lançamento, a vibração, a cura e a desforma do concreto, descritas nas Práticas de Construção;
- controlar, com o auxílio de laboratório, a resistência do concreto utilizado e a qualidade do aço empregado, programando a realização dos ensaios necessários à comprovação das exigências do projeto, catalogando e arquivando os relatórios de resultado dos ensaios;
- exigir o preparo das juntas de concretagem de acordo com o prescrito nas Práticas de Construção correspondentes;
- comprovar no local e durante as faces da execução das fundações os perfis geotécnicos e geológicos indicados nas sondagens do terreno, para confirmação das profundidades de assentamento das sapatas e as tensões admissíveis previstas no projeto.

Fundações Profundas

a) Estacas de Madeira

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações;
- verificar permanentemente a locação das estacas;
- verificar a qualidade, o tratamento com produto fungicida, as dimensões, cotas e arrasamento e negas;
- após a execução das estacas, verificar junto ao autor do projeto e/ou consultor de Fundações a necessidade de realização de provas de carga.

b) Estacas Moldadas no Local

- exigir, analisar e liberar o planto de execução das fundações;
- verificar a verticalidade dos tubos durante a cravação, principalmente do primeiro tubo-guia;
- confrontar o tipo de material extraído com o indicado na sondagem quando for atingida a profundidade prevista no projeto;
- inspecionar o fundo do poço, para verificação de ausência de água, com o auxílio de foco de luz, descida de sonda ou outro processo conveniente;
- cuidar para que seja preparado o concreto para lançamento imediato, em caso de terrenos permeáveis;
- recusar as estacas que não atenderem às características exigidas pelo projeto e pela Prática de Construção;
- exigir que cada estaca seja totalmente preenchida com o concreto, antes do início da retirada dos tubos, recusando a formação de bulbo de concreto seco na ponta da estaca;
- comprovar que a retirada dos tubos seja suficientemente lenta, e que o concreto seja simultaneamente bem apiloado;
- se as camadas superficiais do terreno forem fracas, principalmente areias muito fofas, cuidar para que não seja cravada uma estaca imediatamente ao lado da outra recém executada, alternando, neste caso, a sua cravação;
- escolher por amostragem algumas estacas e escavar em torno do fuste, até atingir o nível d'água (se este for muito profundo, escavar até no mínimo 3 m de profundidade), para verificação das condições obtidas para o concreto e a sua continuidade;

- após a execução das estacas, verificar junto ao autor do projeto e/ou consultor de Fundações a necessidade de realização de provas de carga.

c) Estacas Pré-Moldadas

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações;
- verificar o traço do concreto e a armadura utilizada, quando as estacas forem moldadas no próprio canteiro de obra;
- vistoriar e liberar para cravação as estacas fabricadas fora do canteiro de obra, verificando a inexistência de trincas ou fissuras prejudiciais ao desempenho da estaca;
- observar se, durante a cravação, estão sendo utilizados cabeçotes de aço com placa de madeira, para evitar a quebra da cabeça da estaca;
- comprovar a obtenção das negas, de acordo com o descrito no projeto;
- cuidar para que o comprimento excedente após a quebra da cabeça das estacas, e que deverá permanecer dentro do bloco a ser concretado, corresponde ao indicado em projeto;
- cuidar para que, na execução do desbaste posterior da cabeça da estaca, sejam empregadas ferramentas que não comprometam a integridade do restante da peça;
- após a execução das estacas, verificar junto ao autor do projeto e/ou consultor de Fundações a necessidade de realização de provas de carga.

d) Estacas Metálicas

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações;
- se forem trilhos soldados, verificar as suas características (peso por metro, comprimento, estado de conservação), e o estado das soldas;
- se forem perfis metálicos, tipo I ou H, verificar se as dimensões são as especificadas, bem como a inexistência de trincas e o estado das soldas;
- verificar se, durante a cravação, a base superior da estaca está protegida por cabeçote de aço com placa de madeira;
- após a execução das estacas, verificar junto ao autor do projeto e/ou consultor de Fundações a necessidade de realização de provas de carga.

e) Tubulões

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações;
- aprovar os equipamentos e métodos a serem utilizados na execução dos tubulões;
- observar a tolerância máxima permitida na locação dos tubulões em planta, não devendo ultrapassar, em qualquer direção, a distância de 5 cm das linhas de centro indicadas nos desenhos; e observar o desaprumo máximo permitido, não devendo ultrapassar 1% do comprimento total do tubulão;
- exigir a execução dos tubulões nos comprimentos indicados nos desenhos, considerados como mínimos;
- indicar à Contratada o local em que deverá ser depositado o material escavado;
- determinar a instalação de camisas de concreto ou metálicas de proteção, quando necessárias, para evitar riscos de acidentes com pessoal, desmoronamentos, deslocamentos de maciço de terra ou proporcionar estanqueidade à escavação;
- inspecionar, antes da concretagem, o fundo da escavação, para verificação de limpeza e ausência de lama, materiais estranhos ou água;
- verificar se os materiais a serem empregados (aço para armadura e concreto) estão de acordo com as especificações;
- liberar para concretagem os tubulões, após conferir se as dimensões, alinhamentos, prumos, locação, alargamento de base, cotas e limpeza, estão de acordo com o prescrito no projeto;
- comprovar se o nível de concretagem dos tubulões termina nas cotas de arrasamento indicadas nos desenhos do projeto;
- solicitar à Contratada a elaboração de relatórios de acompanhamento de execução de tubulões, onde constem locação, dimensões, cotas do fundo e arrasamento e outros dados pertinentes;
- exigir, quando necessárias, provas de cargas nos tubulões;
- exigir a observância de todos os procedimentos de segurança para trabalhos sob ar comprimido, inclusive a manutenção de câmara de descompressão.

f) Colunas de Solo-Cimento: C.C.P./J.G.

- exigir, analisar e liberar o plano de execução das fundações;
- verificar a correta locação das colunas;
- verificar a verticalidade ou a inclinação prevista em projeto;
- verificar a cota atingida pela perfuração com a de projeto;
- verificar a quantidade de cimento por m^3 de injeção;
- verificar o diâmetro resultante das colunas;
- verificar se a velocidade de levantamento da haste e o número de rotações do injetor para cada passo de avanço estão de acordo com o especificado;
- verificar a seqüência executiva das colunas;
- escolher por amostragem algumas colunas e escavar em torno do fuste para verificar o seu diâmetro;
- executar algumas sondagens rotativas em algumas colunas para verificar a continuidade do fuste;
- efetuar alguns ensaios de compressão simples nos testemunhos de sondagens aos 7 - 14 - 28 dias.

FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS
ESTRUTURAS DE CONCRETO

SUMÁRIO

1. Objetivo
2. Execução dos Serviços
3. Normas e Práticas Complementares

Anexos

Anexo 1 - Fiscalização

1. OBJETIVO

Estabelecer as diretrizes básicas para a execução de serviços de Estruturas de Concreto.

2. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Os serviços em concreto armado ou protendido serão executados em estrita observância às disposições do projeto estrutural. Para cada caso, deverão ser seguidas as Normas Brasileiras específicas, em sua edição mais recente.

Nenhum conjunto de elementos estruturais poderá ser concretado sem a prévia e minuciosa verificação, por parte da Contratada e da Fiscalização, das fôrmas e armaduras, bem como do exame da correta colocação de tubulações elétricas, hidráulicas e outras que, eventualmente, sejam embutidas na massa de concreto. As passagens das 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. Deverá ser verificada a calafetação nas juntas dos elementos embutidos.

Sempre que a Fiscalização tiver dúvida a respeito da estabilidade dos elementos da estrutura, poderá solicitar provas de carga para avaliar a qualidade da resistência das peças. O concreto a ser utilizado nas peças terá resistência (fck) indicada no projeto.

2.1 Armaduras e Acessórios

2.1.1 Materiais

2.1.1.1 Concreto Armado

As barras de aço utilizadas para as armaduras das peças de concreto armado, bem como sua montagem, deverão atender às prescrições das Normas Brasileiras que regem a matéria, a saber : NBR 6118, NBR 7187 e NBR 7480.

De um modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas e não apresentar defeitos tais como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão. Para efeito de aceitação de cada lote de aço a Contratada providenciará a realização dos correspondentes ensaios de dobramento e tração, através de laboratório idôneo e aceito pela Fiscalização, de conformidade com as Normas NBR 6152 e NBR 6153. Os lotes serão aceitos ou rejeitados em função dos resultados dos ensaios comparados às exigências da Norma NBR 7480.

As barras de aço deverão ser depositadas em áreas adequadas, sobre travessas de madeira, de modo a evitar contato com o solo, óleos ou graxas. Deverão ser agrupados por categorias, por tipo e por lote. O critério de estocagem deverá permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

2.1.1.2 Concreto Protendido

As armaduras serão preparadas e colocadas de acordo com os detalhes do projeto, com o tipo de aço especificação respeitando as prescrições das Normas NBR 6118, NBR 7187, NBR 7197 e NBR 7483.

O aço para execução das peças protendidas deverá atender às especificações quanto aos limites de escoamento, ruptura e alongamento previstos no projeto estrutural. Deverão ser obedecidas as prescrições da Norma NBR 7482 para o recebimento de fios e cordões destinados à armadura de protensão e da Norma NBR 7483 para as cordoalhas de aço de alta resistência.

Os cabos de protensão deverão ser confeccionados no comprimento e tipo especificados nos desenhos do projeto executivo. Não poderão ser usados fios dobrados, evitando, durante a colocação e protensão da armadura, o seu dobramento. Na estocagem do aço deverão ser obedecidos os seguintes cuidados:

- guardar em lugar seco, não sendo admitido o contato com o solo;
- separação das bobinas de diferentes partidas de fornecimento, pois não serão admitidos cabos formados com fios de partidas diferentes, ainda que do mesmo fornecedor.

O corte dos fios protendidos deverá ser feito por tesouras, tolerando-se somente corte a fogo, por maçarico, além das placas de ancoragem, em pontos suficientemente afastados (50cm) e com cuidados especiais, após consultada a Fiscalização. Recomenda-se o uso de esmeril rotativo, montado em lugar fixo, para o corte dos fios para cabos.

As bainhas deverão ser flexíveis, para permitir o posicionamento correto e a estanqueidade dos cabos, a fim de impedir a penetração de pasta de cimento durante o manuseio e trabalhos de concretagem. Não deverão apresentar trechos amassados que possam prejudicar a operação de protensão. O fornecimento de cordoalhas deverá ser realizado em rolos e em comprimento que permita a execução dos cabos sem emenda.

Além destas especificações, os materiais deverão atender às características técnicas e de utilização preconizadas pelos fabricantes e processos patenteados de protensão a ser empregados. O aço para protensão deverá ser ensaiado em laboratório idôneo e aceito pela Fiscalização, segundo as Normas NBR 6349 e NBR 7483, no que se referem aos limites mínimos de carga de ruptura e carga a 1% de alongamento.

2.1.2 Processo Executivo

2.1.2.1 Concreto armado

A Contratada deverá fornecer, cortar, dobrar e posicionar todas as armaduras de aço, incluindo estribos, fixadores, arames, amarrações e barras de ancoragem, travas, emendas por superposição ou solda, e tudo o mais que for necessário à execução desses serviços, de acordo com as indicações do projeto e orientação da Fiscalização.

Cobrimento

Qualquer armadura terá cobrimento de concreto nunca menor que as espessuras prescritas no projeto e na Norma NBR 6118. Para garantia do cobrimento mínimo preconizado em projeto, serão utilizados distanciadores de plástico ou pastilhas de concreto com espessuras iguais ao cobrimento previsto. A resistência do concreto das pastilhas deverá ser igual ou superior à do concreto das peças às quais serão incorporadas. As pastilhas serão providas de arames de fixação nas armaduras.

Limpeza

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando as camadas eventualmente agredidas por oxidação. A limpeza da armação deverá ser feita fora das respectivas fôrmas. Quando realizada em armaduras já montadas em fôrmas, será executada de modo a garantir que os materiais provenientes da limpeza não permaneçam retidos nas fôrmas.

Corte

O corte das barras será realizado sempre a frio, vedada a utilização de maçarico.

Dobramento

O dobramento das barras, inclusive para ganchos, deverá ser realizado com os raios de curvatura previstos no projeto, respeitados os mínimos estabelecidos nos itens 6.3.4.1 e 6.3.4.2 da Norma NBR 6118. As barras de aço serão sempre dobradas a frio. As barras não poderão ser dobradas junto às emendas com solda.

Emendas

As emendas por traspasse deverão ser executadas de conformidade com o projeto executivo. As emendas por solda, ou outro tipo, deverão ser executadas de conformidade com as recomendações da Norma NBR 6118. Em qualquer caso, o processo deverá ser também aprovado através de ensaios executivos de acordo com a Norma NBR 6152.

Fixadores e Espaçadores

Para manter o posicionamento da armadura durante as operações de montagem, lançamento e adensamento do concreto, deverão ser utilizados fixadores e espaçadores, a fim de garantir o cobrimento mínimo preconizado no projeto. Estes dispositivos serão totalmente envolvidos pelo concreto, de modo a não provocarem manchas ou deterioração nas superfícies externas.

Montagem

Para a montagem das armaduras deverão ser obedecidas as prescrições do item 10.5 da Norma NBR 6118.

Proteção

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço deverão estar dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras. As barras de espera deverão ser protegidas contra a oxidação, através de pintura com nata de cimento e ao ser retomada a concretagem, serão limpas de modo a permitir uma boa aderência.

2.1.2.2 Concreto Protendido

A amarração dos fios deverá ser realizada de preferência com fita adesiva, em vez de arame recozido, cujas pontas poderiam danificar a bainha. As extremidades dos cabos na região das ancoragens (extensão de 70 cm de cada extremidade) não deverão ter amarrações, para evitar interferências com as operações de protensão. As extremidades deverão também ser absolutamente limpas, isentas de vestígios de cimento, pintura, lama, graxa, óleo, irregularidades dos fios e eventuais depósitos de cobre ou chumbo do tratamento térmico do fio, a fim de garantir o perfeito ajuste requerido na protensão.

Havendo necessidade de emendas nas bainhas, estas não deverão ser executadas com espaçamento superior ao recomendado pelo fabricante. Neste caso, serão realizadas com duplo recobrimento das extremidades, por meio de luvas especialmente fabricadas para esse fim, calafetadas nas extremidades com fita crepe.

A montagem dos cabos deverá ser realizada a partir dos mais longos, a fim de diminuir as perdas. O comprimento dos fios deverá ser verificado antes do corte. Nos cabos compostos por cordoalhas, poderá ser dispensada a mola central, se admitida no projeto. Especiais cuidados deverão ser tomados na operação de adensamento, para evitar que a ação dos vibradores possa danificar as bainhas. Algumas horas após a concretagem, as bainhas deverão ser lavadas com água sob pressão e os cabos deverão ser movimentados com tirfor.

2.1.3 Recebimento

Para o recebimento dos serviços serão verificadas todas as etapas do processo executivo, conforme descrito no itens anteriores.

2.2 Fôrmas

2.2.1 Materiais - Concreto Armado e Protendido

Os materiais de execução das fôrmas serão compatíveis com o acabamento desejado e indicado no projeto. Partes da estrutura não visíveis poderão ser executadas com madeira serrada em bruto. Para as partes aparentes, será exigido o uso de chapas compensadas, madeira aparelhada, madeira em bruto revestida com chapa metálica ou simplesmente outros tipos de materiais, conforme indicação no projeto e conveniência de execução, desde que sua utilização seja previamente aprovada pela Fiscalização.

As madeiras deverão ser armazenadas em locais abrigados, onde as pilhas terão o espaçamento adequado, a fim de prevenir a ocorrência de incêndios. O material proveniente da desforma, quando não mais aproveitável, será retirado das áreas de trabalho.

2.2.2 Processo Executivo

A execução das fôrmas deverá atender às prescrições da Norma NBR 6118. Será de exclusiva responsabilidade da Contratada a elaboração do projeto da estrutura de sustentação e escoramento, ou cimbramento das formas. A Fiscalização não autorizará o início dos trabalhos antes de ter recebido e aprovado os planos e projetos correspondentes.

As fôrmas e seus escoramentos deverão ter suficiente resistência para que as deformações, devido à ação das cargas atuantes e das variações de temperatura e umidade, sejam desprezíveis. As fôrmas serão construídas de forma a respeitar as dimensões, alinhamentos e contornos indicados no projeto.

No caso de concreto aparente, as fôrmas deverão ser executadas de modo a que o concreto apresente a textura e a marcação das juntas exigidas pelo projeto arquitetônico adequado ao plano de concretagem. Os painéis serão perfeitamente limpos e deverão receber aplicação de desmoldante, não sendo permitida a utilização de óleo. Deverá ser garantida a estanqueidade das fôrmas, de modo a não permitir a fuga de nata de cimento. Toda vedação das fôrmas será garantida por meio de justaposição das peças, evitando o artifício da calafetagem com papéis, estopa e outros materiais. A manutenção da estanqueidade das fôrmas será garantida evitando-se longa exposição antes da concretagem.

A amarração e o espaçamento das fôrmas deverão ser realizados por meio de tensor passando por tubo plástico rígido de diâmetro adequado, colocado com espaçamento uniforme. A ferragem será mantida afastada das fôrmas por meio de pastilhas de concreto.

2.2.2.1 Escoramento

As fôrmas deverão ser providas de escoramento e travamento, convenientemente dimensionados e dispostos de modo a evitar deformações e recalques na estrutura superiores a 5mm. Serão obedecidas as prescrições contidas na Norma NBR 6118.

2.2.2.2 Precauções Anteriores ao Lançamento do Concreto

Antes do lançamento do concreto, as medidas e as posições das fôrmas deverão ser conferidas, a fim de assegurar que a geometria da estrutura corresponda ao projeto, com as tolerâncias previstas na Norma 6118. As superfícies que ficarão em contato com o concreto serão limpas, livres de incrustações de nata ou outros materiais estranhos, e convenientemente molhadas e calafetadas, tomando-se ainda as demais precauções constantes no item 9.5 da Norma NBR 6118.

2.2.2.3 Desfôrma

As fôrmas serão mantidas até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança o seu peso próprio, as demais cargas atuantes e as superfícies tenham adquirido suficiente dureza para não sofrer danos durante a desforma. A Contratada providenciará a retirada das fôrmas, obedecendo ao artigo 14.2 da Norma NBR 6118, de modo a não prejudicar as peças executadas, ou a um cronograma acordado com a Fiscalização.

2.2.2.4 Reparos

As pequenas cavidades, falhas ou imperfeições que eventualmente aparecerem nas superfícies serão reparadas de modo a restabelecer as características do concreto. As rebarbas e saliências que eventualmente ocorrerem serão reparadas. A Contratada deverá apresentar o traço e a amostra da argamassa a ser utilizada no preenchimento de eventuais falhas de concretagem. Todos os serviços de reparos serão inspecionados e aprovados pela Fiscalização.

2.2.3 Recebimento

Para o recebimento dos serviços, serão verificadas todas as etapas do processo executivo, conforme descrito nos itens anteriores.

2.3 Concreto

2.3.1 Materiais

2.3.1.1 Cimento

O cimento empregado no preparo do concreto deverá satisfazer as especificações e os métodos de ensaio brasileiros. O cimento Portland comum atenderá à Norma NBR 5732 e o de alta resistência inicial à Norma NBR 5733.

Para cada partida de cimento será fornecido o certificado de origem correspondente. No caso de concreto aparente, não será permitido o emprego de cimento de mais de uma marca ou procedência.

O armazenamento do cimento no canteiro de serviço será realizado em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilados e providos de assoalho, isolados do solo, de modo a eliminar a possibilidade de qualquer dano, total ou parcial, ou ainda misturas de cimento de diversas procedências. Também deverão ser observadas as prescrições das Normas NBR 5732 e NBR 6118. O controle de estocagem deverá permitir a utilização seguindo a ordem cronológica de entrada no depósito.

2.3.1.2 Agregados

Os agregados, tanto graúdos quanto miúdos, deverão atender às prescrições das Normas NBR 7211 e NBR 6118, bem como às especificações de projeto quanto às características e ensaios.

Agregado Graúdo

Será utilizado o pedregulho natural ou a pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis, isentas de substâncias nocivas ao seu emprego, como torrões de argila, material pulverulento, gravetos e outros materiais. O agregado graúdo será uniforme, com pequena incidência de fragmentos de forma lamelar, enquadrando-se a sua composição granulométrica na especificação da Norma NBR 7211.

O armazenamento em canteiro deverá ser realizado em plataformas apropriadas, de modo a impedir qualquer tipo de trânsito sobre o material já depositado.

Agregado Miúdo

Será utilizada areia natural quartzosa ou artificial resultante da britagem de rochas estáveis, com uma granulometria que se enquadre na especificação da Norma NBR 7211. Deverá estar isenta de substâncias nocivas à sua utilização, tais como mica, materiais friáveis, gravetos, matéria orgânica, torrões de argila e outros materiais. O armazenamento da areia será realizado em local adequado, de modo a evitar a sua contaminação.

2.3.1.3 Água

A água usada no amassamento do concreto será limpa e isenta de siltes, sais, álcalis, ácidos, óleos, matéria orgânica ou qualquer outra substância prejudicial à mistura. Em princípio, deverá ser utilizada água potável. Sempre que se suspeitar de que a água disponível possa conter substâncias prejudiciais, deverão ser providenciadas análises físico-químicas. Deverão ser observadas as prescrições do item 8.1.3 da Norma NBR 6118.

2.3.2 Processo Executivo

Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme, correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de conformidade com as dimensões das peças a serem concretadas. A fixação do fator água-cimento deverá considerar a resistência, a trabalhabilidade e a durabilidade do concreto, bem como as dimensões e acabamento das peças. No caso do concreto aparente, este fator deverá ser o menor possível, a fim de garantir a plasticidade suficiente para o adensamento, utilizando-se aditivos plastificantes aprovados pela Fiscalização, de forma a evitar a segregação dos componentes.

A proporção dos vários materiais usados na composição da mistura será determinada pela Contratada em função da pesquisa dos agregados, da granulometria mais adequada e da correta relação água-cimento, de modo a assegurar uma mistura plástica e trabalhável. Deverá ser observado o disposto nos itens 8.2, 8.3 e 8.4 da Norma NBR 6118.

A quantidade de água usada no concreto será regulada para se ajustar às variações de umidade nos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços. A utilização de aditivos aceleradores de pega, plastificantes, incorporadores de ar e impermeabilizantes poderá ser proposta pela Contratada e submetida à aprovação da Fiscalização, em consonância com o projeto estrutural. Será vedado o uso de aditivos que contenham cloreto de cálcio.

Cimentos especiais, como os de alta resistência inicial, somente poderão ser utilizados com autorização da Fiscalização, cabendo à Contratada apresentar a documentação e justificativa da utilização. Deverão ser exigidos testes no caso de emprego de cimento de alto-forno e outros cimentos especiais.

Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina serão previamente testados para comprovação de sua adequação ao traço adotado. A Contratada efetuará, através de laboratório idôneo e aceito pela Fiscalização, os ensaios de controle do concreto e seus componentes de conformidade com as Normas Brasileiras relativas à matéria e em atendimento às solicitações da Fiscalização, antes e durante a execução das peças estruturais.

O controle da resistência do concreto obedecerá ao disposto no item 15 da Norma NBR 6118. O concreto estrutural deverá apresentar a resistência (fck) indicada no projeto. Registrando-se resistência abaixo do valor previsto, o autor do projeto estrutural deverá ser convocado para, juntamente com a Fiscalização, determinar os procedimentos executivos necessários para garantir a estabilidade da estrutura.

2.3.2.1 Mistura e Amassamento

O concreto preparado no canteiro de serviço deverá ser misturado com equipamento adequado e convenientemente dimensionado em função das quantidades e prazos estabelecidos para a execução dos serviços e obras. O amassamento mecânico no canteiro deverá ser realizado sem interrupção, e deverá durar o tempo necessário para permitir a homogeneização da mistura de todos os elementos, inclusive eventuais aditivos. A duração necessária deverá aumentar com o volume da massa de concreto e será tanto maior quanto mais seco for o concreto.

O tempo mínimo para o amassamento deverá observar o disposto no item 12.4 da Norma NBR 6118. A adição da água será realizada sob o controle da Fiscalização. No caso de concreto produzido em usina, a mistura deverá ser acompanhada por técnicos especialmente designados pela Contratada e Fiscalização.

2.3.2.2 Transporte

O concreto será transportado até às fôrmas no menor intervalo de tempo possível. Os meios de transporte deverão assegurar o tempo mínimo de transporte, a fim de evitar a segregação dos agregados ou uma variação na trabalhabilidade da mistura. O tráfego de pessoas e equipamentos no local da concretagem deverá ser disciplinado através de tábuas e passarelas. Deverá ser obedecido o disposto no item 13.1 da Norma NBR 6118.

2.3.2.3 Lançamento

O lançamento do concreto obedecerá ao plano apresentado pela Contratada e aprovado pela Fiscalização, não se tolerando juntas de concretagem não previstas no planejamento. No caso de concreto aparente, deverá ser compatibilizado o plano de concretagem com o projeto de modulação das fôrmas, de modo que todas as juntas de concretagem coincidam em emendas ou frisos propositadamente marcados por conveniência arquitetônica.

A Contratada comunicará previamente à Fiscalização, em tempo hábil, o início de toda e qualquer operação de concretagem, que somente poderá ser iniciada após a liberação pela Fiscalização. O início de cada operação de lançamento será condicionado à realização dos ensaios de abatimento ("Slump Test") pela Contratada, na presença da Fiscalização, em cada betonada ou caminhão betoneira.

O concreto somente será lançado depois que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies seja inteiramente concluído e aprovado pela Fiscalização. Todas as superfícies e peças embutidas que tenham sido incrustadas com argamassa proveniente de concretagem deverão ser limpas antes que o concreto adjacente ou de envolvimento seja lançado. Especiais cuidados serão tomados na limpeza das fôrmas com ar comprimido ou equipamentos manuais, especialmente em pontos baixos, onde a Fiscalização poderá exigir a abertura de furos ou janelas para remoção da sujeira. O concreto deverá ser depositado nas fôrmas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.

A queda vertical livre além de 2,0 metros não será permitida. O lançamento será contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto. Uma vez iniciada a concretagem de um lance, a operação deverá ser contínua e somente terminada nas juntas de concretagem preestabelecidas. A operação de lançamento também deverá ser realizada de modo a minimizar o efeito de retração inicial do concreto. Cada camada de concreto deverá ser consolidada até o máximo praticável em termos de densidade. Deverão ser evitados vazios ou ninhos, de tal forma que o concreto seja perfeitamente confinado junto às fôrmas e peças embutidas.

A utilização de bombeamento do concreto somente será liberada caso a Contratada comprove previamente a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra suficientes para que haja perfeita compatibilidade e sincronização entre os tempos de lançamento, espalhamento e vibração do concreto. O lançamento por meio de bomba somente poderá ser efetuado em obediência ao plano de concretagem, para que não seja retardada a operação de lançamento, com o acúmulo de depósitos de concreto em pontos localizados, nem apressada ou atrasada a operação de adensamento.

2.3.2.4 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento será executado de modo a que o concreto preencha todos os vazios das fôrmas. Durante o adensamento, deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais. Dever-se-á evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios em seu redor, com prejuízo da aderência. Especial atenção será dada no adensamento junto às cabeças de ancoragem de peças protendidas.

O adensamento do concreto será realizado por meio de equipamentos mecânicos, através de vibradores de imersão, de configuração e dimensões adequadas às várias peças a serem preenchidas. Para as lajes, poderão ser utilizados vibradores de placa. A utilização de vibradores de fôrma estará condicionada à autorização da Fiscalização e às medidas especiais, visando assegurar a indeslocabilidade e indeformabilidade dos moldes. Os vibradores de imersão não serão operados contra fôrmas, peças embutidas e armaduras. Serão observadas as prescrições do item 13.2.2 da Norma NBR 6118.

2.3.2.5 Juntas de Concretagem

Nos locais onde foram previstas juntas de concretagem, estando o concreto em processo de pega, a lavagem da superfície da junta será realizada por meio de jato de água e ar sob pressão, com a finalidade de remover todo material solto e toda nata de cimento eventualmente existente, tornando-a a mais rugosa possível. Se recomendado pela Fiscalização ou previsto no projeto, deverá ser utilizado adesivo à base de epóxi, a fim de garantir perfeita aderência e monoliticidade da peça.

Se, eventualmente, a operação somente for processada após o endurecimento do cimento, a limpeza da junta será realizada mediante o emprego de jato de ar comprimido, após o apicoamento da superfície. Será executada a colagem com resinas epóxi, se recomendada pela Fiscalização ou indicada no projeto. Deverá ser obedecido o disposto no item 13.2.3 da NBR 6118.

2.3.2.6 Cura

Será cuidadosamente executada a cura de todas as superfícies expostas com o objetivo de impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento. Durante o período de endurecimento do concreto, as superfícies deverão ser protegidas contra chuvas, secagem, mudanças bruscas de temperatura, choques e vibrações que possam produzir fissuras ou prejudicar a aderência com a armadura.

Para impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto serão abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 3 dias após o lançamento. Como alternativa, poderá ser aplicado um agente químico de cura, para que a superfície seja protegida com a formação de uma película impermeável. Todo o concreto não protegido por fôrmas e todo aquele já desformado deverá ser curado imediatamente após ter endurecido o suficiente para evitar danos nas superfícies. O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.

A cura adequada também será fator relevante para a redução da permeabilidade e dos efeitos da retração do concreto, fatores essenciais para a garantia da durabilidade da estrutura.

2.3.2.7 Reparos

No caso de falhas nas peças concretadas, serão providenciadas medidas corretivas, compreendendo demolição, remoção do material demolido e recomposição com emprego de materiais adequados, a serem aprovados pela Fiscalização. Registrando-se graves defeitos, deverá ser ouvido o autor do projeto.

2.3.2.8 Estruturas Protendidas

Com a finalidade de proteger os cabos de protensão e garantir o seu funcionamento como peça aderente, as bainhas receberão a injeção após o término dos trabalhos de protensão. Os serviços de injeção serão liberados pela Fiscalização somente após o exame dos resultados da protensão, ouvido o autor do projeto, quando necessário. A injeção deverá ser realizada com pasta de cimento que apresente as seguintes propriedades:

- não conter produtos que ataquem a armadura;
- apresentar resistência mínima igual à do concreto da estrutura;
- preencher totalmente os espaços livres sem remanescentes de ar ou água;
- conter a menor quantidade possível de água;
- ser homogênea e fluida;
- não apresentar segregação.

Para garantir a perfeita execução dos serviços de injeção, deverão ser observados os seguintes requisitos:

- utilização de equipe de trabalho ou firma com prática em serviços congêneres;
- o conduto deve ser isento de massa ou corpos estranhos, de modo a permitir a livre passagem da pasta de injeção;
- o percurso do cabo não deve apresentar ângulos acentuados;
- não utilizar ar comprimido para a injeção;
- o conduto deve ter respiros espaçados de, no máximo, 15m;
- o cimento deverá ter menos de 15 dias de armazenamento e peneirado em malha ultrafina;
- o cimento deverá ser de média finura, ter baixo teor de enxofre, constatado por ensaios químicos, não se admitindo a presença de cloreto de cálcio.

Poderão ser utilizados plastificantes para reduzir o volume de água. A ausência de plastificante abrigará ao uso de pasta de cimento e água com a total eliminação de areia. Os aditivos não deverão conter cloretos nem nitratos.

A utilização de expansores para compensar os efeitos de retração não deverá produzir expansão total livre maior que 10%.

Somente poderá ser empregada bomba manual para cabos com comprimento inferior a 20m. A mistura deverá ser feita com equipamento adequado, na seqüência: água-plastificante-areia-cimento, quando recomendado. A bainha somente poderá ser obturada quando a pasta afluente apresentar consistência igual à da entrada.

2.3.2.9 Protensão

A protensão obedecerá ao plano estabelecido pelas tabelas de protensão fornecidas no projeto executivo e será aplicada nas idades especificadas no plano. O concreto somente poderá ser protendido quando estiver suficientemente endurecido para suportar as tensões originadas da protensão e as tensões concentradas nas regiões da ancoragem. A verificação desta condição deverá ser realizada através da análise dos ensaios de ruptura em corpos de prova, a fim de confirmar que a resistência do concreto tenha atingido os valores mínimos fixados no projeto e compatíveis com a Norma NBR 7197.

Deverão ser tomados cuidados especiais na instalação do macaco de protensão e colocação das cunhas, para que o equipamento se apoie perfeitamente no cone e evitar, no inicio da protensão, que alguns fios sejam estirados antes dos demais. A força de protensão será controlada através dos alongamentos e pressões manométricas. Todos os fios serão marcados com risco efetuado com lima ou tinta para medição do alongamento.

O equipamento para protensão deverá ser ensaiado antes da primeira utilização e, posteriormente, em intervalos de tempo convenientes ou sempre que houver suspeita de indicações incorretas, a critério da Fiscalização. Estes ensaios serão realizados em laboratório idôneo e aceito pela Fiscalização, consideradas todas as influências externas ao seu desempenho, principalmente as diferenças entre a temperatura nos locais dos ensaios e de trabalho. Deverão ser fornecidas à Fiscalização as curvas de calibração e as tabelas de operação dos macacos hidráulicos, inclusive sua atualização ao longo do uso do equipamento, a fim de controlar o seu desempenho ao longo dos serviços e obras.

Não serão utilizados equipamentos para protensão que acusem erros superiores a 5% para mais ou para menos. Durante a protensão, deverão ser medidos na obra os alongamentos dos elementos de protensão e as correspondentes pressões hidráulicas nos macacos, que deverão ser encaminhados à Fiscalização para análise e posterior liberação para corte e injeção. Após a cravação, deverá ser examinada a existência de eventuais escorregamentos dos fios. Através deste controle, poderá a Fiscalização decidir sobre a aceitação das peças.

2.3.2.10 Aparelhos de Ancoragem

Deverão obedecer às dimensões, características técnicas e disposição de conformidade com as indicações de projeto. A colocação deverá ser realizada de modo a garantir a sua indeslocabilidade e a fixação dos cabos de protensão.

2.3.3 Recebimento

Para o recebimento dos serviços, serão verificadas todas as etapas do processo executivo, de conformidade com os itens anteriores.

2.4 Aceitação da Estrutura

Satisfeitas as condições do projeto e desta Prática, a aceitação da estrutura se fará mediante as prescrições no item 16 da Norma NBR 6118.

3. Normas e Práticas Complementares

A execução de serviços de Estruturas de Concreto deverá atender também às seguintes Normas e Práticas Complementares:

- Práticas de Projeto, Construção e Manutenção de Edifícios Públicos Federais;
- Normas da ABNT e do INMETRO:

NBR 6118 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Armado - Procedimento

NBR 5732 - Cimento Portland Comum - Especificação

NBR 5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial - Especificação

NBR 6152 - Ensaio de Tração de Materiais Metálicos - Método de Ensaio

NBR 6153 - Ensaio de Dobramento de Materiais Metálicos - Método de Ensaio

NBR 6349 - Fios, Barras e Cordoalhas de Aço para Armaduras de Protensão - Métodos de Ensaio

NBR 7187 - Cálculo e Execução de Pontes de Concreto Armado

NBR 7197 - Cálculo e Execução de Obras de Concreto Protendido

NBR 7480 - Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado

NBR 7211 - Agregados para Concreto

NBR 7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido

NBR 7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido

EB 233 - Barras, Fios, Cordões e Cordas de Aço Destinados à Armadura de Protensão;

- Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
- Instruções e Resoluções dos Órgãos do Sistema CREA-CONFEA.

Anexo 1
Fiscalização

SUMÁRIO

1. Objetivo
2. Fiscalização

1. Objetivo

Estabelecer as diretrizes gerais para a Fiscalização dos serviços de Estruturas de Concreto.

2. Fiscalização

A Fiscalização deverá realizar, além das atividades mencionadas na Prática Geral de Construção, as seguintes atividades específicas:

- atender às solicitações efetuadas pela Contratada através da Caderneta de Ocorrências, para liberação da concretagem de partes ou peças da estrutura. Tal liberação somente se dará se for solicitada em tempo hábil, para que sejam executadas as eventuais correções necessárias;
- liberar a execução da concretagem da peça, após conferir as dimensões, os alinhamentos, os prumos, as condições de travamento, vedação e limpeza das formas e do cimbramento, além do posicionamento e bitolas das armaduras, eletrodutos, passagem de dutos e demais instalações. Tratando-se de uma peça ou componente de uma estrutura em concreto aparente, comprovar que as condições das formas são suficientes para garantir a textura do concreto indicada no projeto de arquitetura;
- não permitir que a posição de qualquer tipo de instalação ou canalização, que passe através de vigas ou outros elementos estruturais, seja modificada em relação à indicada no projeto, sem a prévia autorização da Fiscalização;
- em estruturas especiais, solicitar, aprovar e acompanhar a execução dos planos de concretagem elaborados pela Contratada;
- acompanhar a execução de concretagem, observando se são obedecidas as recomendações sobre o preparo, o transporte, o lançamento, a vibração, a desforma e a cura do concreto, descritas na Prática de Construção correspondente. Especial cuidado deverá ser observado para o caso de peças em concreto aparente, evitando durante a operação de adensamento a ocorrência de falhas que possam comprometer a textura final;
- controlar com o auxílio de laboratório, a resistência do concreto utilizado e a qualidade do aço empregado, programando a realização dos ensaios necessários à comprovação das exigências do projeto, catalogando e arquivando todos os relatórios dos resultados dos ensaios;
- exigir o preparo das juntas de concretagem, de acordo com o prescrito na Prática de Construção correspondente. No caso de concreto aparente, solicitar ao autor do projeto o plano de juntas, quando não indicado no projeto de arquitetura;
- solicitar da Contratada, sempre que necessário, o plano de descimbramento das peças, aprovando-o e acompanhando sua execução;
- verificar continuamente os prumos nos pontos principais da obra, como por exemplo: cantos externos, pilares, poços de elevadores e outros;
- observar se as juntas de dilatação obedecem rigorosamente aos detalhes do projeto;
- solicitar as devidas correções nas faces aparentes das peças, após a desforma, obedecendo às instruções contidas na Prática de Construção correspondente. Solicitar a orientação do autor do projeto de arquitetura no caso de reparos em peças de concreto aparente.