

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

01. DEFINIÇÃO

Compreende o fornecimento dos materiais, os equipamentos e a mão-de-obra especializada necessários à cravação de estacas pré-moldadas em concreto armado como elemento de fundação profunda. São largamente aplicadas nos casos de cargas acentuadas associadas a solos com alto nível do lençol freático e baixa capacidade de carga.

As estacas podem ser fabricadas na obra ou adquiridas de terceiros.

02. MÉTODO EXECUTIVO

Dimensionamento

A determinação da seção transversal, o comprimento (profundidade a ser atingida) bem como as seções de aço serão dimensionadas pelo engenheiro calculista e constarão do projeto de fundações.

Seu dimensionamento será de acordo com a NBR-6118/80 projeto e execução de obras de concreto armado (NB-1/78) e NBR-6122/96 – projeto e execução de fundações.

Fabricação na Obra

A fabricação se dará por firmas especializadas, a nível industrial, e deverá ocorrer em lotes, sendo que todas as estacas de um lote deverão ser do mesmo tipo (dimensões e capacidade).

Durante o processo de produção a CEHOP poderá manter, nas instalações da Contratada, um preposto, que acompanhará a execução das formas, da concretagem e da cura das estacas.

Cada lote deverá ser identificado por número e data de fabricação.

As formas utilizadas na fabricação deverão ser conservadas em bom estado e montadas com chapas de compensado devidamente reforçadas ou com chapas de aço. Não será admitida a utilização de formas em condições precárias, que apresentem possíveis problemas de estanqueidade, o que pode permitir a fuga da nata de cimento.

A concretagem das estacas deverá ser feita de maneira contínua, perfeitamente vibrada, de modo

a evitar o aparecimento de vazios, nichos de agregados graúdos e outros defeitos de concretagem.

Durante a concretagem e respectiva vibração deverão ser tomadas precauções no sentido de se evitar que a armadura seja deslocada.

O recobrimento mínimo da armadura deverá ser de 3,0 cm.

O concreto a ser usado apresentará Fck mínimo de 22 MPa.

Imediatamente após a concretagem, a superfície exposta da estaca deverá ser regularizada de modo a adquirir textura idêntica à das faces em contato com as formas.

As formas não deverão ser retiradas antes de decorridos três dias do término da concretagem. Esse prazo poderá ser reduzido através do emprego de aditivos adequados, de cimento de Alta Resistência Inicial ou de processos de cura a vapor.

Entretanto, esse prazo nunca poderá ser inferior a 24 horas, ficando a autorização de redução de prazo de retirada de formas a critério da Fiscalização, com base nos resultados dos rompimentos dos Corpos de Prova.

A cura deverá ser cuidadosa, evitando-se a movimentação e os choques nas formas durante esse período.

Transporte e Armazenamento

O manuseio das estacas só se dará após a aferição da evolução da resistência do concreto, medida através do rompimento de corpos de prova com pelo menos 80 % de sua tensão de ruptura prevista para os 28 dias. Neste caso, as mesmas poderão ser transportadas para o local de armazenamento.

O armazenamento será feito por empilhamento com separação por calços apropriados de madeira.

O período de cura poderá se estendido mesmo após o transporte.

O sistema a ser utilizado para transporte, empilhamento e posterior colocação no bate-estacas, deverá evitar danos nas mesmas, como choques, vibrações, estilhaçamentos de concreto, quebra de arestas etc.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

As estacas deverão ser suspensas por ganchos previstos pelo calculista e posicionados de forma a facilitar sua movimentação.

Estacas danificadas no seu manuseio, deverão ser substituídas, por outras em perfeitas condições de utilização.

Cravação

Primeiramente, será feita a locação, sobre o terreno, dos pontos de cravação das estacas. Através de gabarito de madeira serão marcados os eixos das estacas. Nos cruzamentos destes eixos estarão os pontos de cravação.

Na cravação serão utilizados bate-estacas dimensionados para as seções das estacas e as profundidades a serem atingidas, equipados com martelo apropriado para esse fim.

Na escolha de um bate-estaca por gravidade deverá ser observado que a altura máxima de queda não pode ser superior a 1,50 m e que o martelo deverá ter peso máximo igual a 1,5 vezes o peso da estaca.

Durante a cravação, o topo das estacas será protegido por um cabeçote de aço.

Deverão ser obedecidas, rigorosamente, as definições de projeto quanto às seções e quantidades de estacas por bloco, às inclinações das mesmas, às condições de “nega” e às profundidades de cravação.

Na cravação das estacas, o operador não deverá cingir-se rigorosamente à profundidade prevista no projeto, porém realizar a cravação até onde ocorrer a “nega”, indicando a presença de camadas suficientemente resistentes para a obra em execução.

Quando da cravação de estacas próximas, sobretudo aquelas locadas a distâncias inferiores a 5 (cinco) vezes o diâmetro, serão tomados cuidados maiores no sentido de evitar-se a danificação das estacas circunvizinhas.

Emendas

As estacas terão o comprimento especificado no projeto, evitando-se emendá-las salvo se previsto.

Havendo necessidade de emendas, essas terão resistência correspondente à da estaca e deverão ser executadas sem prejuízo da parte cravada.

Corte das Estacas

Após a cravação e verificada a “nega” em todas as estacas de um mesmo bloco de fundação, será efetuado o corte das mesmas a uma altura definida em projeto, acima da cota de arrasamento, deixando as correspondentes armaduras livres e limpas, para possibilitar a ancoragem no interior do bloco de coroamento.

Esse corte deverá ser efetuado normalmente ao eixo da estaca, por meio de ponteiros apropriados.

Blocos de Coroamento

As extremidades superiores das estacas serão ligadas entre si por vigas e blocos de fundação de coroamento, de concreto armado, conforme detalhes do projeto.

Na ocasião da concretagem do bloco de coroamento o concreto das estacas acima da cota de arrasamento deverá estar removido.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle da Locação

Nenhuma estaca será cravada sem que toda a locação tenha sido concluída e constatado que as estacas, os blocos de coroamento e vigas baldrame se situem dentro dos limites do terreno.

Controle da Fabricação

Todo o concreto produzido será controlado tecnologicamente. O controle a ser adotado será do tipo sistemático.

O controle tecnológico abrangerá pelo menos o seguinte:

- ☐ Verificação da dosagem utilizada - Pelo menos uma vez por dia ou sempre que houver alteração do traço ou modificação das características dos constituintes, será feita a verificação das quantidades utilizadas por ocasião da sua colocação na betoneira.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

- ☛ Verificação da Trabalhabilidade - Terá frequência diária e a finalidade de comprovar se a consistência do concreto produzido corresponde à prevista. A determinação da consistência poderá ser feita pelo ensaio de abatimento.
- ☛ Verificação das características dos constituintes - Além dos ensaios iniciais de caracterização de todos os materiais componentes, deverão ser realizados ensaios periódicos ou sempre que houver alteração de materiais e de acordo com a EB-1 e EB-4.
- ☛ Verificação da resistência mecânica - Deverá obedecer aos métodos de ensaio MB-2 e MB-3 e à norma NBR-6118. A idade de ruptura será aos 7 e aos 28 dias. Diariamente serão coletadas amostras do concreto produzido, que serão relacionadas com as estacas confeccionadas e receberão numeração de fácil identificação.

Controle da Cravação

A “nega” a ser obedecida na cravação será determinada pelo projetista das fundações, em função do tipo de solo, do tipo de equipamento utilizado, do peso do martelo, do tipo de estaca e de sua seção.

Se a estaca for danificada durante sua cravação, ou atingir a nega abaixo da cota de arrasamento a Fiscalização poderá :

- ☛ exigir sua remoção e substituição;
- ☛ exigir a cravação de uma ou mais estacas adjacentes, com função de reforço;
- ☛ ou, ainda, autorizar sua emenda em uma extensão suficiente para obter a correção total do defeito ocorrido.

Deverá ser mantido um controle e registro de cravação, no qual deverão constar, no mínimo, as seguintes informações :

- ☛ data da cravação (início e fim);
- ☛ identificação da estaca, através de seu número, bloco, pilar, etc;
- ☛ dimensões da estaca (diâmetro, lado, comprimento, etc.);
- ☛ cota do terreno no local da cravação;
- ☛ comprimento da parte da estaca não cravada (acima da cota do terreno);

- ☛ N.º de golpes que caracterizou a nega da estaca.
- ☛ intervalos de tempo de interrupção da cravação, com indicação das suas causas e a hora em que ocorreram;
- ☛ descrição do bate-estaca, e respectivo martelo, incluindo tipo, modelo, peso e altura de queda;
- ☛ outras observações relevantes.

Tolerâncias

O espaçamento mínimo entre os eixos de duas estacas será de 2,5 (duas e meia) vezes o seu diâmetro ou o diâmetro do círculo de área equivalente.

A tolerância admissível para o desvio do centro dos topos das cabeças das estacas em relação à locação do projeto, será, no máximo, de 10% do seu diâmetro ou de 7 cm, adotando-se o valor menor.

No caso de estacas inclinadas, a tolerância máxima de diferença de inclinação, em relação à projetada, será de 1 cm para cada metro (1/100) de estaca cravada.

As verificações deverão ser feitas antes do início da cravação e após ter sido cravado metade do comprimento total previsto. Se a Fiscalização observar que os limites de tolerância foram ultrapassados, poderá, a seu critério :

- ☛ rejeitar a estaca, que deverá ser removida e substituída por outra que atenda às exigências do projeto;
- ☛ determinar a cravação de estacas adicionais;
- ☛ ou, ainda, aceitá-la, desde que baseada em parecer do projetista das fundações.

Controle das Emendas

As emendas das estacas, quando previstas, deverão ser objeto de detalhe específico do projeto.

Estacas de Prova

Com a finalidade de definir, para cada local, o comprimento correto das estacas a serem cravadas, a Fiscalização poderá determinar a cravação de estacas de prova.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

Essas estacas deverão ser cravadas com o mesmo bate-estacas a ser utilizado no estaqueamento definitivo.

A critério da Fiscalização, as estacas de prova poderão fazer parte da estrutura definitiva.

Provas de Carga

Nas estacas pré-moldadas a prova de carga somente será iniciada a partir de:

- ☞ 24 horas após a cravação - em terreno arenoso;
- ☞ 5 dias após a cravação - em terreno argiloso.

Deverão ser realizadas pela CONTRATADA, pelo menos duas provas de carga, em locais previamente designados pela Fiscalização, sobre estacas de blocos distintos.

Para a perfeita verificação do comportamento das fundações, poderão ser exigidas, a critério da Fiscalização.

As provas de carga obedecerão a NBR-6121/80 "Estacas - Prova de Carga" e serão efetuadas, de preferência, nas estacas que suportarem maiores cargas ou nas que se encontrarem nos trechos mais desfavoráveis quanto à resistência do terreno.

Para a execução das provas de carga serão adotados processos que garantam a aplicação da carga axialmente e que evitem choques ou trepidações durante a sua realização.

É usual a utilização de macacos hidráulicos, munidos de bomba e manômetro, opondo-se a uma carga de reação estável proporcionada por tirantes ancorados no colo.

A carga será aplicada em estágios sucessivos, não superiores a 20% (vinte por cento) da carga provável de trabalho da estaca.

Só será aplicado novo incremento de carga depois de verificada a estabilização dos recalques, com tolerância máxima de 5 % (cinco por cento) do recalque total no estágio, entre leituras sucessivas.

O ensaio, caso não ocorra a ruptura do terreno, será prolongado, pelo menos, até que seja satisfeita uma das duas seguintes condições:

- ☞ observe-se um recalque total de 15 mm (quinze milímetros);

- ☞ atinja-se uma carga igual a uma vez e meia a carga provável de trabalho da estaca;

A carga máxima alcançada no ensaio será mantida, pelo menos, durante doze horas, satisfeitas as condições especificadas quanto aos intervalos de leitura.

A descarga, sempre que possível, também será feita por estágios sucessivos, não superiores a 20 % (vinte por cento) da carga total do ensaio, sendo os estágios mantidos até à estabilização dos recalques dentro da precisão da medida.

Os recalques serão medidos, simultaneamente, em dois extensômetros, sensíveis ao centésimo de milímetro, colocados em posições diametralmente opostas em relação ao eixo da estaca.

As leituras serão realizadas obedecendo ao seguinte:

- ☞ Em cada estágio de carga os recalques serão lidos imediatamente após sua aplicação.
- ☞ As leituras subsequentes processar-se-ão após os seguintes intervalos de tempo - um, dois, quatro, oito, quinze, trinta minutos; uma, duas, três, quatro etc. horas.
- ☞ Se, entre duas leituras sucessivas, observar-se um recalque máximo equivalente a 5 % (cinco por cento) do recalque total do estágio, esse recalque será considerado estabilizado, procedendo-se, então, um novo carregamento e repetindo-se as operações até a conclusão da prova.

Os dispositivos de referência para as medidas de recalques deverão estar ao abrigo de intempéries e suficientemente afastados para não serem influenciados por movimentos das estacas, do sistema de ancoragem ou por perturbações externas.

Os apoios dos dispositivos referidos anteriormente deverão situar-se a uma distância igual a, pelo menos, cinco vezes o diâmetro das estacas e nunca inferior a 1,50 m.

Os resultados das provas de carga serão apresentados graficamente, através de uma curva carga-recalque, onde figurarão as observações

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

feitas no início e no fim de cada estágio, com indicação, também, dos tempos decorridos.

Anexo ao gráfico, serão fornecidos os seguintes elementos:

- ✚ Indicação dos furos de sondagem;
- ✚ Características e dados gerais das estacas testadas: locação no terreno, tipo, dimensões, cota de arrasamento, data de início e término da cravação, etc.;
- ✚ Dados da cravação: tipo de bate-estaca e do martelo, peso do martelo, altura e tipo de queda ou energia de cravação, nega em cada série de golpes, nega elástica e permanente por golpes, número de golpes por minuto;
- ✚ Descrição sucinta dos dispositivos de carga, de medida e aferição dos manômetros;
- ✚ Ocorrências excepcionais 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.;
- ✚ Diagrama - número de golpes (n) x penetração (e) - obtido na cravação das estacas relacionadas para as provas de carga;
- ✚ Nega do último golpe, obtida pela expressão "Nega" = $e/10$, sendo "e" a penetração alcançada com os últimos 10 (dez) golpes da cravação;
- ✚ Confirmação da viabilidade do comprimento alcançado pelas estacas, mediante memória de cálculo com o emprego de fórmulas próprias a cada tipo de solo.

Relatório final

Deverá ser elaborado um relatório com as seguintes informações:

- ✚ Comprimento real, abaixo do arrasamento, de todas as estacas;
- ✚ Características do equipamento de cravação;
- ✚ Desvios de locação;

✚ Características das estacas cravadas;;

✚ Anormalidades de execução;

✚ Anotação rigorosa dos horários de início e fim das cravações;

Deverão ser apresentados, também, os gráficos e as informações referentes às provas de carga.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A unidade será o metro (m) da estaca pré-moldada cravada e aceita pela Fiscalização, conforme seu diâmetro ou seção.

As Provas de Carga solicitadas serão medidas em separado, conforme previsto em planilha.

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

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Estacas Pré-Moldadas	1.02.06

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 6118	Projeto e execução de obras de concreto armado
ABNT	NBR 6121	Estacas - Prova de Carga
ABNT	NBR 6122	Projeto e execução de fundações
ABNT	NBR 6489	Prova de Carga Direto sobre Terreno de Fundação
ABNT	NBR12131	Estacas - Prova de Carga Estática
ABNT	NBR13208	Estacas - Ensaio de carregamento dinâmico - Método de Ensaio

FONTE	AUTOR	EDITORA
Caderno de Encargos	Milber Fernandes Guedes	Editores PINI