

Qualidade cravada

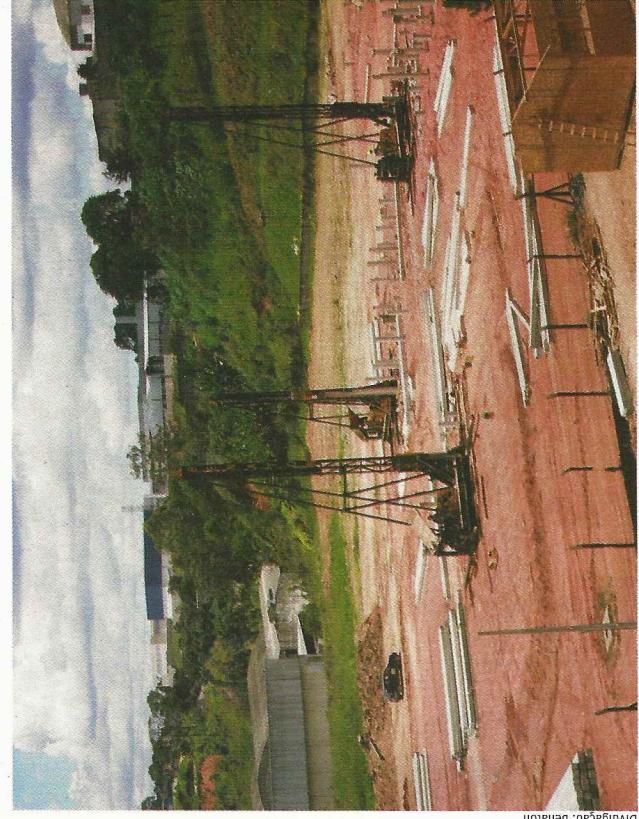
Controle de execução de estacas pré-fabricadas é procedimento indispensável para garantir a capacidade de carga em uso

Pertencente à categoria das fundações profundas, as estacas pré-moldadas de concreto são geralmente indicadas quando é necessário transpor camadas de solo mole até atingir uma camada com melhor capacidade de carregamento. Com armaduras frouxas ou protendidas – para quando se preveem elevadas tensões de tração → esses elementos não enfrentam restrições quanto ao uso abaixo do lençol freático. “Essa solução é indicada quando a camada resistente está a profundidades superiores a 4 m ou 5 m e abaixo do lençol freático”, observa o engenheiro Celso Nogueira Correa, da ZF & Engenheiros Associados.

A especificação dessa tipologia de estaca também está associada ao que ele chama de análise da cravabilidade, “pois camadas resistentes de pequena espessura podem impedir a cravação”. Outro fator de restrição à tecnologia é o aspecto ambiental. Afinal, a cravação inevitavelmente gera barulho e vibração. Logo, “sua utilização é mais comum em áreas industriais ou residenciais afastadas de grandes centros urbanos”, pontua Correa. Ele também comenta que em grandes obras, como de indústrias, portos, estaleiros, é possível fabricar as estacas no canteiro. Entretanto, em obras priedais isso não se justificaria, em sua opinião.

Comprimento

Cada segmento de estaca tem, no máximo, 12 m devido a limitações no transporte por carreta. Entretanto,



quando dotadas de anel de solda – ou luvas de encaixe, quando não estão previstos esforços de tração – nas extremidades, teoricamente não há limites para o comprimento máximo. “O que limita o comprimento são as condições geotécnicas e a capacidade dos equipamentos, pois a cada elemento soldado a energia necessária de cravação é maior”, pondera Correa.

Embora o comprimento previsto seja definido pelo projeto de fundações em função das cargas da edificação e das sondagens, é importante o acompanhamento de um especialista em fundações durante o procedimento de cravação para que o comprimento seja confirmado ou não em função das negas e repiques estipulados. Caso seja observada uma diferença muito grande entre os valores previstos e os observados em campo, Correa recomenda que as » para a seção transversal



Com comprimento mínimo de 3 m, as estacas pré-moldadas podem ser de concreto armado ou protendido, vibrado ou centrifugado, com variadas formas geométricas

Ficha de controle

Cada estaca deve ter uma ficha de controle preenchida com os seguintes dados técnicos:

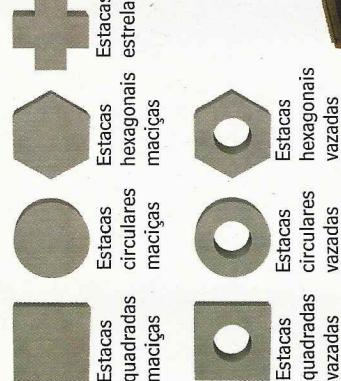
- Identificação da obra e local
- Nomes do contratante e do executor
- Comprimento cravado da estaca
- Composição dos segmentos de estacas utilizados
- Peso do martelo e altura de queda para determinação de nega
- Características do pré-furo (se houver)
- Intervalo de tempo decorrido na cravação
- Características geométricas da estaca
- Identificação ou número da estaca em relação ao projeto
- Comprimento cravado e comprimento útil da estaca
- Cotas do terreno e de arrasamento
- Características do suplemento utilizado (tipo e comprimento)
- Desaprumo e desvio de locação
- Características e identificação do equipamento de cravação
- Negas ou repiques no final de cravação e na recravação (quando houver)
- Deslocamento e levantamento de estacas por efeito de cravação de estacas vizinhas
- Anomalias de execução e observações pertinentes

A NBR 6.122 considera as características da estaca, como o diâmetro, e da resistência do solo para determinar a altura do martelo, evitando riscos à integridade física do elemento

CONTROLE DE GRAVAÇÃO DE ESTACAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO						DATA	02/05/2016
CLIENTE:	CONST. EXEMPLO LTDA	BLOCO OU FURTO	R.5	SP.04	ESTACAS PRE-FABRICADAS (UN.)	1	ESTABILIZADOR (UN.)
OBRA:	CONST. RES. ALTA	ESTRUTURA:	45.000				1º ELEMENTO
LOCAL:	JEL.6 VAL.6 S.P.	SEÇÃO (mm)	020			2º ELEMENTO	6
PROFISSÃO:	JO.12	DIAMETRO (mm)	980			3º ELEMENTO	10
COMPOSIÇÃO:	Z/SL/USA	REPICAÇÃO (mm)	—			4º ELEMENTO	11/11
TIPO:	Z/SL/USA	GRANULADO (mm)	1520			5º ELEMENTO	10/80
NEGAS E REPICAÇÕES ELASTICOS						TIPO DO CRAVAMENTO	1/3/5
SAB	6	2.622	31.52				
SAB	5	2.622	31.52				
SAB	4	2.622	31.52				
SAB	3	2.622	31.52				
SAB	2	2.622	31.52				
SAB	1	2.622	31.52				
SAB	0	2.622	31.52				
SAB	14	2.622	31.52				
SAB	13	2.622	31.52				
SAB	12	2.622	31.52				
SAB	11	2.622	31.52				
SAB	10	2.622	31.52				
SAB	9	2.622	31.52				
SAB	8	2.622	31.52				
SAB	7	2.622	31.52				
SAB	6	2.622	31.52				
SAB	5	2.622	31.52				
SAB	4	2.622	31.52				
SAB	3	2.622	31.52				
SAB	2	2.622	31.52				
SAB	1	2.622	31.52				
SAB	0	2.622	31.52				
SAB	15	2.622	31.52				
SAB	14	2.622	31.52				
SAB	13	2.622	31.52				
SAB	12	2.622	31.52				
SAB	11	2.622	31.52				
SAB	10	2.622	31.52				
SAB	9	2.622	31.52				
SAB	8	2.622	31.52				
SAB	7	2.622	31.52				
SAB	6	2.622	31.52				
SAB	5	2.622	31.52				
SAB	4	2.622	31.52				
SAB	3	2.622	31.52				
SAB	2	2.622	31.52				
SAB	1	2.622	31.52				
SAB	0	2.622	31.52				

Formato da seção

O diâmetro das estacas é determinado pela NBR 6.122-2010 Projeto e Execução de Fundações, que limita a tensão máxima do concreto da estaca e determina a relação entre a carga estrutural e a seção do elemento. "Com isso, as indústrias de estacas pré-moldadas definem as características em função da relação custo-benefício", revela Correa. Outra definição que cabe ao fabricante dizer respeito à seção geométrica – formato – da estaca. Correa explica que a escolha é feita em função das fôrmas, processos industriais e econômicos de cada um, existindo elementos no mercado com seção circular, quadrada, hexagonal, octogonal vazado ou não, tipo estrela, dentre outros. De qualquer maneira, a recomendação do Manual Técnico – Estacas Pré-fabricadas de Concreto, elaborado por um conjunto de empresas fabricantes, é de que esses elementos sejam armados transversalmente com estribos ao longo de todo o seu comprimento. Além disso, devem ser previstos reforços nas duas extremidades para suportar as tensões de cravação. "O anel colocado nas extremidades para a solda mais um reforço de armadura na cabeça – conhecida como cabeleira da estaca – ajudam resistir as tensões causadas pelo impacto na região da cabeça", diz Correa.



Ele afirma, ainda, que é importante que a cravação da primeira estaca – ou estaca-próva – seja acompanhada pelo projetista e ou consultor de fundações para confirmação das premissas de projeto. Além disso, para esse primeiro procedimento é recomendável escolher uma estaca que fique próxima a uma sondagem. Como forma de prever eventualidades, é usual que o comprimento levantado seja de 2 m a 3 m maior do que o comprimento efetivamente previsto.

Sistema de cravação
Os equipamentos mais comumente utilizados para a cravação de estacas pré-moldadas de concreto são do tipo queda livre ou do tipo martelo pneumático.

Para absorver e distribuir de maneira uniforme as tensões decorrentes do impacto do martelo, sobre a cabeça da estaca é instalado um capacete metálico que conta com um cepo e um coxim,



O diâmetro das estacas é determinado pela NBR 6.122-2010 Projeto e Execução de Fundações, que limita a tensão máxima do concreto da estaca e determina a relação entre a carga estrutural e a seção do elemento. "Com isso, as indústrias de estacas pré-moldadas definem as características em função da relação custo-benefício", diz Correa. Outra definição que cabe ao fabricante dizer respeito à seção geométrica – formato – da estaca. Correa explica que a escolha é feita em função das fôrmas, processos industriais e econômicos de cada um, existindo elementos no mercado com seção circular, quadrada, hexagonal, octogonal vazado ou não, tipo estrela, dentre outros. De qualquer maneira, a recomendação do Manual Técnico – Estacas Pré-fabricadas de Concreto, elaborado por um conjunto de empresas fabricantes, é de que esses elementos sejam armados transversalmente com estribos ao longo de todo o seu comprimento. Além disso, devem ser previstos reforços nas duas extremidades para suportar as tensões de cravação. "O anel colocado nas extremidades para a solda mais um reforço de armadura na cabeça – conhecida como cabeleira da estaca – ajudam resistir as tensões causadas pelo impacto na região da cabeça", diz Correa.

O capacete metálico que protege a cabeça da estaca conta com um coxim e um cepo em madeira. Para otimizar a absorção dos impactos, é recomendável que esse seja abaulado, concentrando as tensões no centro do elemento em concreto

"Portanto, se o subsolo for um pouco mais complicado, o índice de quebra pode ser alto e tornar a solução, que a princípio seria mais econômica, em mais onerosa e demorada", alerta ele.

Controle de deslocamento

Correa recomenda conferir o prumo após a estaca atingir cerca de 3 m de profundidade. "Após esse comprimento é muito difícil corrigir a estaca é cravada fora do prumo", alerta.

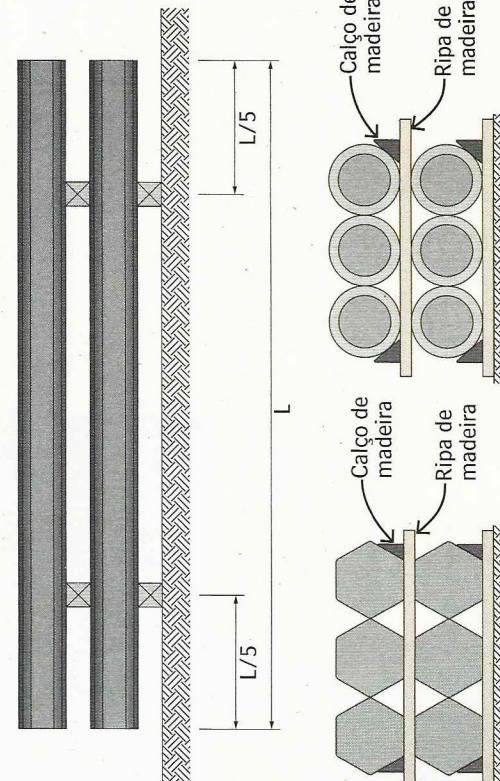
Para aferir o aprofundamento da estaca são realizados os controles de negas e repiques. Negar é o deslocamento permanente da estaca para dez golpes com a mesma altura de queda do martelo. Para tanto, com uma régua fixa e lápis, é feita uma marcação transversal na estaca a cada dez golpes do martelo. Esse controle deve ser feito em todas as estacas para aferir a uniformidade de comportamento do processo de estaqueamento. O ideal é manter negas aproximadamente iguais para estacas com cargas e comprimentos semelhantes.

Já repique é o deslocamento elástico da estaca para um único golpe do martelo. É feito também com lápis e régua fixa, mas registra o deslocamento do conjunto estaca-solo quando submetido a um carregamento dinâmico", indica o Manual. "Esses dois

máticos, movimentados sobre rolos metálicos ou esteiras. A diferença entre esses sistemas é a energia transmitida no instante do golpe, que, em última análise, é o que faz a estaca penetrar no solo", observa Correa. Como é a eficiência de cada sistema que determina a energia, a definição sobre qual equipamento usar depende do prazo da obra, dos custos e das dificuldades de penetração da estaca em determinados perfis geotécnicos. "O equipamento é definido em função das cargas, dimensões das estacas, acesso, capacidade de suporte do solo na cota de cravação etc.", elenca.

"O processo de cravação, sobretudo com martelo queda livre, é muito impreciso, pois a altura de queda é controlada visualmente, o prumo é controlado com prumo manual etc", observa Correa.

Recomendações para içamento de estacas por um ponto (à esquerda), para posicionamento em bate-estacas, e por dois pontos (à direita), para descarga



A estocagem deve ser feita com os elementos dispostos horizontalmente e travados com calços de madeira. Além disso, devem ficar isolados do solo

