

## EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS PARA CRAVAÇÃO DAS ESTACAS



A cravação das estacas geralmente é efetuada à percussão através de equipamentos denominados bate-estacas, os quais podem movimentar-se sobre rolos metálicos ou esteiras, os quais são constituídos basicamente por um chassi confeccionado em estrutura metálica reforçada ou por uma máquina hidráulica (tipo escavadeira), por um sistema de guinchos e cabos de aço, uma torre executada em estrutura metálica rígida para acoplamento de martelos hidráulicos, à diesel ou do tipo “queda livre” e um motor. A absorção e distribuição de parte das tensões dinâmicas que surgem em decorrência dos frequentes impactos dos martelos sobre as cabeças das estacas são efetuadas por um dispositivo denominado capacete metálico, o qual é instalado entre o martelo e o topo das estacas (cabeça). Esse dispositivo apresenta na sua parte superior, placas de madeira industrializada (tipo *madeirit*) cuja finalidade é regularizar a superfície de contato entre o cepo e a base do martelo, sobre as quais se deixa cair o martelo e, de um cepo de madeira dura com fibras paralelas ao eixo da estaca. Na parte interna desse capacete metálico, sobre o topo das estacas, é instalado um coxim de madeira macia com diâmetro igual ao das estacas a serem cravadas.

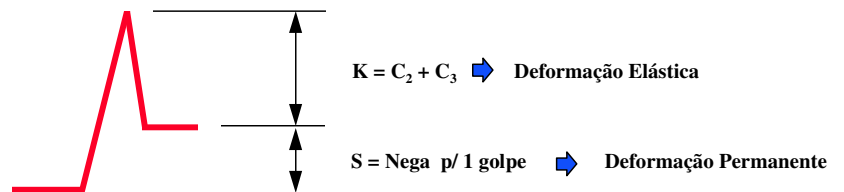
Em geral, equipamentos dotados de martelos do tipo queda-livre proporcionam eficiência (relação entre a energia disponível e aquela efetivamente transferida às estacas) situada entre 40% e 60% e eficácia (número de golpes por minuto desferido sobre as estacas) entre 30 e 40. Equipamentos dotados de martelos hidráulicos proporcionam eficiência (relação entre a energia disponível e aquela efetivamente transferida às estacas) situada entre 75% e 90% e eficácia (número de golpes por minuto desferido sobre as estacas) entre 60 e 100, além de possibilitarem maior velocidade de manobras e, por consequência redução de tempo nas operações de cravação e significativa redução dos ruídos provocados pelos sucessivos impactos sobre os topos das estacas em processo de cravação.



O processo de cravação se inicia posicionando-se o bate-estaca sobre o piquete indicador do centro da estaca a ser cravada. Na sequência a torre do bate-estaca é aprumada, levantando-se em seguida o conjunto formado pelo martelo e o capacete metálico para o alto da torre e, com o cabo auxiliar de manobras, a estaca é trazida para junto da torre. Em seguida a estaca laçada com o cabo de manobras é assentada sobre uma circunferência traçada no solo, cujo centro se localiza exatamente sobre o piquete que serve de referência à estaca a ser cravada. O conjunto formado pelo martelo e o capacete metálico é descido até que este último se encaixe na cabeça da estaca, estando previamente já colocado entre a cabeça e o capacete, o coxim de madeira mole. Após esta operação, controla-se o prumo da estaca com um prumo de face e inicia-se então o processo de cravação propriamente dito.

## CONTROLE INDIVIDUAL DA CAPACIDADE DE CARGA DAS ESTACAS

Sinais de repiques elásticos são registrados ao final da cravação de cada estaca cravada, juntamente com a nega tradicional. Para tanto, coloca-se um papel colado na estaca e com o auxílio de um apoio, move-se o lápis lenta e continuamente ao longo do topo de um determinado referencial durante a aplicação dos golpes desferidos pelo martelo do bate-estaca, obtendo-se o sinal de repique apresentado a seguir:



Esses sinais devidamente interpretados permitem estimar a capacidade de carga de cada estaca. Os resultados obtidos em campo são posteriormente correlacionados com todas as análises previamente efetuadas, garantido assim, o controle executivo da obra, em conformidade com os critérios pré-estabelecidos, a total segurança da mesma e a tranquilidade do cliente.

## EMENDAS DAS ESTACAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO

Para que seja executada uma união perfeita e segura das emendas, utilizam-se cordões de solda elétrica contínuos em todo o perímetro das seções emendadas. Nessa operação são utilizados eletrodos do tipo AWS-E - 6013 - OK 46 ( $\varnothing$  3,25 mm) e AWS-E - 7018 - OK 48 ( $\varnothing$  3,25 mm), obedecendo-se as recomendações que são indicadas a seguir:



1) O elemento a ser soldado é posicionado, de forma justaposta, sobre o elemento já cravado, cuidadosamente apurado, de forma a procurar proporcionar um perfeito assentamento perimetral entre as chapas metálicas dos anéis dos segmentos a serem emendados;

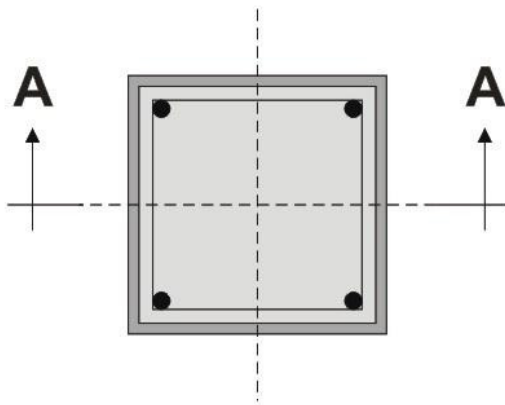
2) Após esse posicionamento, é feita a limpeza dos anéis com uma escova metálica apropriada, para a retirada da terra, óleo ou graxa que eventualmente possam ali existir;

- 3) Procede-se então à execução da emenda de toda a superfície perimetral de contato entre as duas chapas dos anéis metálicos, dentro da boa técnica de solda de penetração;
- 4) Terminada a solda, crava-se o novo elemento e a operação se repete tantas vezes quantas forem necessárias até que se atinja a cota prevista de assentamento da estaca.

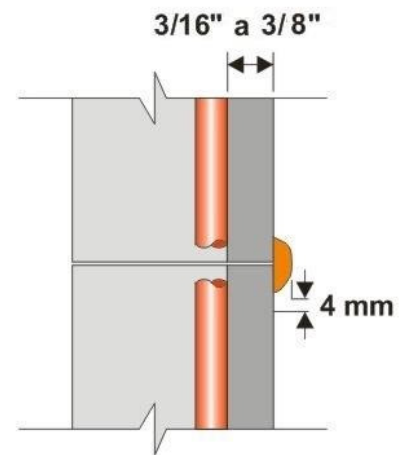


## DETALHAMENTO DAS EMENDAS DAS ESTACAS QUADRADAS

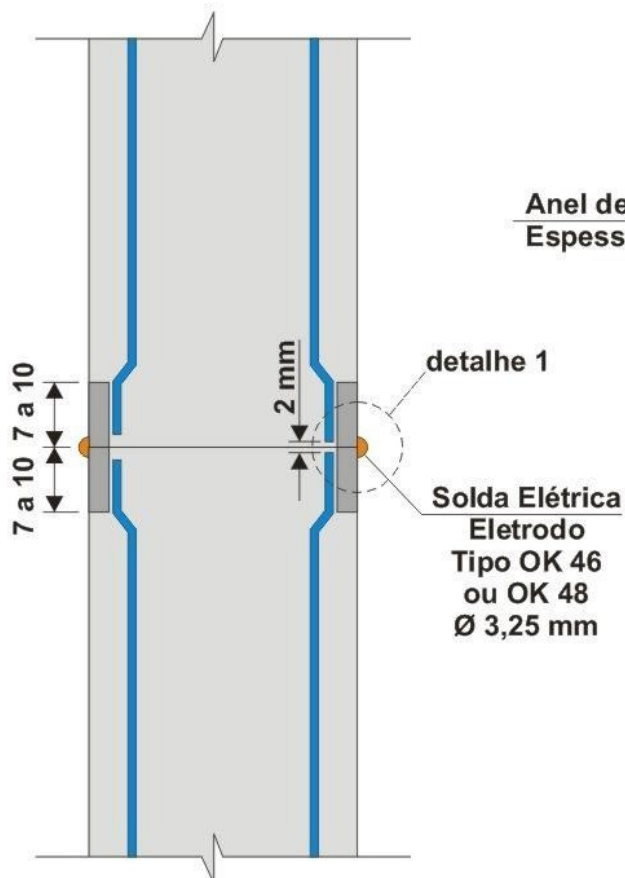
### SEÇÃO DA ESTACA



### DETALHE 1



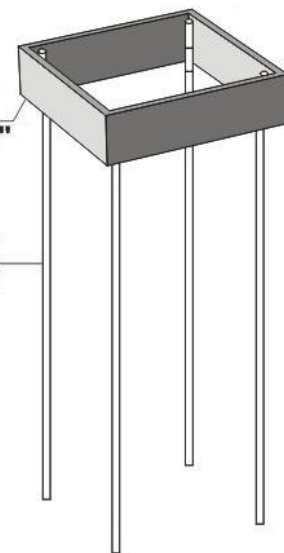
### CORTE A-A



### DETALHE DO ANEL

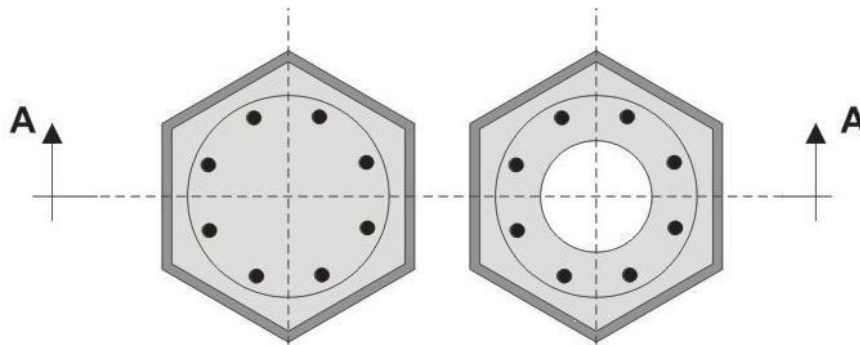
Anel de Emenda  
Espessura 3/16" a 3/8"

Ancoragem  
(CA50)

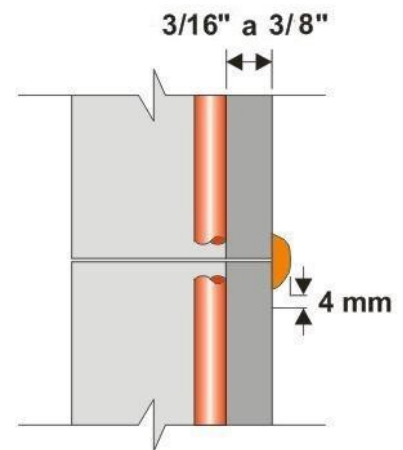


## DETALHAMENTO DAS EMENDAS DAS ESTACAS HEXAGONAIS

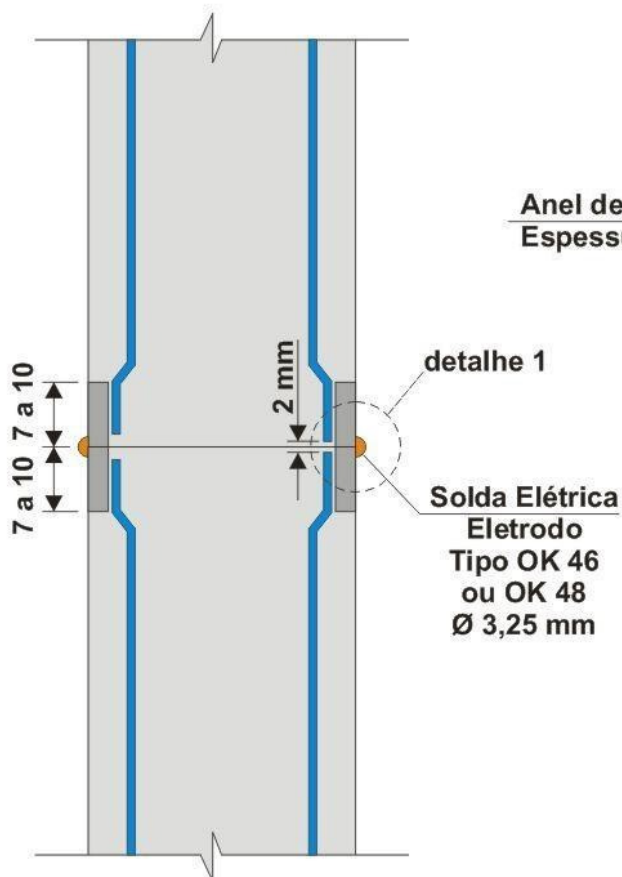
### SEÇÃO DA ESTACA



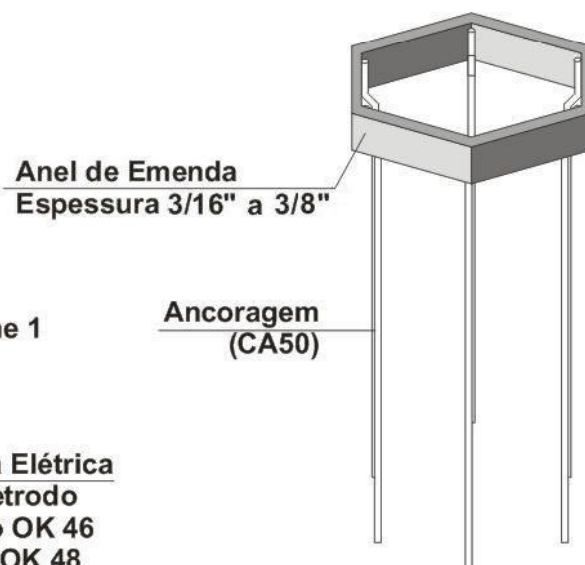
### DETALHE 1



### CORTE A-A



### DETALHE DO ANEL





## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS ESTACAS PRÉ-FABRICADAS

ESTACAS PADRÃO QUADRADAS PROTENDIDAS (Maciças)									
Estaca	A <sub>conc</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>cheia</sub> (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Massa (kg/m)	W <sub>min</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	r <sub>min</sub> (cm)	Compressão N <sub>k</sub> (tf)	Tração T <sub>k</sub> (tf)
17x17	289	289	68	71	819	6960	4,9	37	5,8
20x20	400	400	80	98	1333	13333	5,8	52	7,5
23x23	529	529	92	130	2028	23320	6,6	70	8,7
26x26	676	676	104	166	2929	38081	7,5	92	11,6
ESTACAS PADRÃO HEXAGONAIS PROTENDIDAS (Maciças)									
Estaca	A <sub>conc</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>cheia</sub> (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Massa (kg/m)	W <sub>min</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	r <sub>min</sub> (cm)	Compressão N <sub>k</sub> (tf)	Tração T <sub>k</sub> (tf)
20	260	260	60	64	541	5.413	4,6	35	4,8
25	406	406	75	99	1057	13215	5,7	55	6,6
30	585	585	90	145	1827	27403	6,8	82	8,7
35	796	796	105	198	2901	50768	8,0	112	13,0
ESTACAS PADRÃO HEXAGONAIS PROTENDIDAS (Vazadas)									
Estaca	A <sub>conc</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>cheia</sub> (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Massa (kg/m)	W <sub>min</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>min</sub> (cm <sup>4</sup> )	r <sub>min</sub> (cm)	Compressão N <sub>k</sub> (tf)	Tração T <sub>k</sub> (tf)
35 <sub>15</sub>	619	796	105	154	3185	48283	8,8	88	8,7
40 <sub>15</sub>	863	1040	120	215	4856	84123	9,9	125	13,0
45 <sub>20</sub>	1002	1316	135	250	6715	130875	11,4	145	13,0
50 <sub>25</sub>	1134	1625	150	282	8878	192271	13,0	165	17,5
60 <sub>30</sub>	1633	2340	180	400	15341	398692	15,6	245	26,1

**Nota 1:** Os elementos técnicos aqui especificados se referem apenas ao elemento estrutural. As cargas admissíveis a serem adotadas nas estacas considerando-as como elementos de fundação dependem de sua interação com as características geotécnicas dos solos onde estas se encontrarão cravadas.

**Nota 2:** No dimensionamento estrutural das estacas apresentadas neste catálogo técnico, assim como o cálculo das suas principais características técnicas, levaram-se em consideração as seguintes hipóteses:

1. Dimensionamento efetuado considerando estacas padrão com comprimentos até 10 metros.
2. Dimensionamento efetuado considerando valores característicos (N<sub>k</sub> e M<sub>k</sub>)
3. Limite de fissuração máximo admitido: W<sub>k</sub> ≤ 0,2 mm
4. Resistência característica do concreto à compressão: f<sub>ck</sub> = 40 MPa
5. Resistência característica do concreto à tração: f<sub>ctk (inf)</sub> ≈ 2,5 MPa
6. Coeficiente de minoração da resistência do concreto à compressão: γ<sub>c</sub> = 1,3
7. Coeficiente de ponderação da resistência do aço à tração: γ<sub>s</sub> = 1,1
8. Coeficiente de ponderação das ações (esforços): γ<sub>f</sub> = 1,4
9. Resistência característica do aço para estacas protendidas: 1500 MPa ≤ f<sub>ptk</sub> ≤ 1750 MPa