



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMIÇÃO	abr/2006	FOLHA	1 de 11

TÍTULO

ESTACAS TIPO RAIZ

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Estacas Tipo Raiz. Estacas *in loco*.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 010974/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO



ÍNDICE

1	OBJETIVO.....	3
2	DEFINIÇÃO.....	3
3	MATERIAIS.....	3
4	EQUIPAMENTOS.....	3
5	EXECUÇÃO.....	4
5.1	Procedimentos Executivos de Caráter Geral.....	4
5.2	Procedimentos Executivos de Caráter Específico.....	4
6	CONTROLE.....	6
6.1	Controle dos Materiais.....	6
6.2	Controle de Execução.....	6
7	ACEITAÇÃO.....	7
7.1	Materiais.....	7
7.2	Execução.....	7
8	CONTROLE AMBIENTAL.....	7
9	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....	8
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
	ANEXO A - BOLETIM DE ESTACA RAIZ.....	10



CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMIÇÃO	abr/2006	FOLHA	3 de 11

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição da implantação de estacas tipo raiz, em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas e Rodagem de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Trata-se de estacas moldadas *in-loco*, para servirem de fundação profunda, com diâmetro acabado variando de 80mm a 410mm e de elevada tensão de trabalho no fuste, que é constituído de argamassa de areia e cimento e é inteiramente armado ao longo de todo o seu comprimento.

São normalmente utilizadas em terrenos de elevada compactidade, ou consistência, ou que demonstrem a presença de rochas sãs, ou alteração de rocha, nos quais a escavação somente pode ser processada através do uso de perfuratrizes rotativas, ou roto-percussivas, com a implantação de revestimentos metálicos em segmentos rosqueados estanques. Podem, também ser executadas inclinadas.

3 MATERIAIS

A contratada deve prever a utilização dos seguintes materiais:

- cimento Portland CP-32;
- areia média lavada;
- aço CA-50A; com $f_{yk} > 500$ MPa
- argamassa composta com os materiais ora indicados através de traço com resistência mínima de projeto em $f_{ck} \geq 25$ MPa, com consumo mínimo de cimento de 600 kgf/m^3 .

4 EQUIPAMENTOS

A contratada deve prever o uso dos seguintes equipamentos:

- a) sondas rotativas;
- b) perfuratrizes rotativas, ou roto-percussivas;
- c) bombas para injeção de argamassa;
- d) macacos extratores hidráulicos;
- e) misturador de argamassa;
- f) compressores;
- g) tubos de perfuração de aço rosqueáveis;
- h) tubos de PVC;
- i) tricônes de wídia;
- j) sapatas de wídia;



CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMISSÃO	abr/2006	FOLHA	4 de 11

- k) bits para perfuração em rocha;
- l) martelo pneumáticos de superfície e de fundo.

5 EXECUÇÃO

5.1 Procedimentos Executivos de Caráter Geral

A contratada deve proceder a locação das estacas no campo em atendimento ao projeto.

As eventuais dúvidas, ou problemas devem ser resolvidos com a fiscalização antes do início da implantação das estacas.

Na implantação das estacas a contratada deve atender às profundidades previstas no projeto.

De qualquer forma, as alterações das profundidades das estacas somente podem ser processadas após autorização prévia por parte da fiscalização da obra e projetista.

As cabeças das estacas, caso seja necessário, devem ser cortadas com ponteiros até que se atinja a cota de arrasamento prevista, não sendo admitida qualquer outra ferramenta para tal serviço.

Após a execução da estaca, a cabeça deve ser aparelhada para a permitir a adequada ligação ao bloco de coroamento, ou às vigas. Para tanto, devem ser tomadas as seguintes medidas:

- a) o corte do concreto deve ser efetuado com ponteiros afiados, trabalhando horizontalmente com pequena inclinação para cima;
- b) o corte do concreto deve ser feito em camadas de pequena espessura iniciando da borda em direção ao centro da estaca;
- c) as cabeças das estacas devem ficar normais aos seus próprios eixos.

As estacas devem penetrar no bloco de coroamento em pelo menos 10 cm, salvo especificação de projeto.

5.2 Procedimentos Executivos de Caráter Específico

A contratada deve executar as estacas em atendimento às seções transversais indicadas no projeto e às especificações dos materiais.

O dimensionamento das estacas deve ser efetuado em atendimento às normas NBR 6122⁽¹⁾ e NBR 6118⁽²⁾.

A implantação das estacas deve atender às seguintes etapas construtivas:

- a) perfuração do terreno

Nesta fase, juntamente com a perfuração, devem ser instalados os tubos de revestimentos metálicos até a profundidade previamente estabelecida no projeto. A perfuração em solo é realizada por rotação de tubos com auxílio de circulação de água, que é injetada pelo interior deles e retorna à superfície pela face externa. Esses tubos são



CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMISSÃO	abr/2006	FOLHA	5 de 11

emendados (por rosca) à medida que a perfuração avança, sendo posteriormente recuperados após a instalação da armadura e preenchimento do furo com argamassa.

O revestimento deve ser instalado preferencialmente em toda a extensão da perfuração. Caso as características do terreno o permitam, pode ser parcial mas com comprimento que permita aplicar, com garantia de não ser arrancado, golpes de ar comprimido após o preenchimento do furo com argamassa. Neste caso a perfuração abaixo da cota dos tubos é feita também por rotação, com auxílio de circulação d'água, utilizando-se uma ferramenta cortante denominada tricône.

Para revestimento parcial, a armadura deve dispor de roletes que garantam sua centralização no furo.

No caso de revestimento parcial, pode ser utilizada lama estabilizante durante a perfuração, que pode afetar a aderência entre a estaca e o solo. Antes do preenchimento da argamassa a lama deve ser trocada, utilizando-se lavagem com água pura. A estaca deve ser testada mediante prova de carga, a menos que haja experiência no solo da região com esse tipo de estaca e com esse processo de perfuração.

Para diminuir o atrito entre o revestimento e o solo durante a perfuração, deve ser disposto, na parte inferior do revestimento, uma sapata de perfuração com diâmetro ligeiramente maior. Os detritos resultantes da perfuração são carregados para a superfície pela água de perfuração implicando em um diâmetro acabado da estaca sempre maior que o diâmetro externo do revestimento.

b) colocação da armadura:

Após a perfuração atingir a cota de projeto, deve-se continuar a injetar água, sem avançar a perfuração, para promover a limpeza do furo. A seguir deve ser instalada a armadura constante, ou variável, ao longo do fuste, geralmente constituída por barras de aço montadas em gaiola. No caso de estacas de menor diâmetro, abaixo de 160 mm, costuma-se juntar as barras num feixe dotado de espaçadores.

Nas estacas trabalhando à compressão as emendas das barras podem ser feitas por simples transpasse, devidamente fretado, porém nas estacas trabalhando à tração, as emendas devem ser feitas por solda, luvas rosqueadas, ou luvas prensadas.

c) injeção da argamassa:

Com a colocação do tubo de injeção no fundo da estaca, deve-se proceder à injeção submersa, ascensional da argamassa de consistência plástica, até a que esta verta na boca do furo.

d) retirada do tubo de revestimento metálico:

Concluída a injeção da argamassa em toda a seção e extensão da estaca, deve-se iniciar a retirada dos segmentos de tubos através do auxílio de macacos extratores hidráulicos. Nessa etapa deve-se aplicar pressão de ar comprimido de 400 kPa sobre o topo do revestimento metálico, com a reposição por gravidade do nível da argamassa no interior do tubo.

A contratada pode propor a alteração do comprimento previsto da estaca, desde que previamente aprovado pela fiscalização e a projetista.



6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Argamassa

Devem ser moldados, no mínimo, 4 corpos-de-prova cilíndricos de diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm para a determinação da resistência à compressão simples aos 7 dias e aos 28 dias de cura, para cada estaca concretada.

6.2 Controle de Execução

A contratada deve manter registro completo da execução de cada estaca, em duas vias, uma destinada à fiscalização. Devem constar neste registro os seguintes elementos:

- a) número, a localização da estaca e data de execução;
- b) dimensões da estaca;
- c) cota do terreno no local da execução;
- d) nível d'água;
- e) características dos equipamentos de execução;
- f) duração de qualquer interrupção na execução e hora em que ela ocorreu;
- g) cota final da ponta da estaca;
- h) cota da cabeça da estaca, antes do arrasamento;
- i) comprimento do pedaço cortado da estaca, após o arrasamento na cota de projeto;
- j) desaprumo e desvio de locação;
- k) anormalidade de execução;
- l) comprimento real da estaca, abaixo do arrasamento.

Não são aceitas estacas que não tenham sido registradas pela fiscalização.

Sempre que houver dúvidas sobre uma estaca, a fiscalização deve exigir a comprovação de seu comportamento. Se essa comprovação não for julgada suficiente e, dependendo da natureza da dúvida, a estaca deve ser substituída, ou após seu comportamento comprovado por prova de carga. Todos estes procedimentos não acarretam ter ônus para o DER/SP.

Em obras com grande número de estacas, devem ser feitas provas de carga estática em, no mínimo, em 1% das estacas. As provas de carga devem ter início juntamente com o início da execução das primeiras estacas de forma a permitir as providências cabíveis em tempo hábil.

Deve ser constante a comparação dos comprimentos encontrados na obra com os previstos em projeto.



7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam, simultaneamente, às exigências de materiais e de execução estabelecidas nesta especificação.

7.1 Materiais

A estaca é aceita se o concreto apresentar resistência característica à compressão simples, determinada conforme NBR 12655⁽³⁾, igual ou superior a 25 MPa, ou à especificada em projeto

7.2 Execução

A estaca raiz é aceita desde que:

- a) sua excentricidade, em relação ao projeto, seja de até 10% do diâmetro do círculo que a inscreva;
- b) o desaprumo seja no máximo de 1% de inclinação do comprimento total;

Valores diferentes dos estabelecidos devem ser informados à projetista para verificação das novas condições.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente que devem ser observadas no decorrer da execução de estacas raiz.

Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder à liberação ambiental de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes, ou combustíveis não sejam carregados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de materiais utilizados devem ser recolhidos e dados a destinação apropriada;
- f) todos os resíduos de lubrificantes, ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção, ou na operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;



- g) deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carreamento de solo ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d'água próximos à rodovia;
- h) não devem ser executadas barragens, ou desvios de curso d'água que alterem em definitivo os leitos dos rios;
- i) não pode ser efetuado o lançamento de refugo de materiais utilizados nas áreas lindeiras, no leito dos rios e córregos e em qualquer outro lugar que possam causar prejuízos ambientais;
- j) as áreas afetadas pela execução das obras devem ser recuperadas mediante a limpeza adequada do local do canteiro de obras e a efetiva recomposição ambiental;
- k) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As estacas, executadas e recebidas na forma descrita, devem ser medidas por metro linear, entre as cotas da ponta e a do seu arrasamento, para engastamento no bloco de coroamento.

Não devem ser computados, para efeito de medição os comprimentos correspondentes:

- a) às estacas rejeitadas pela fiscalização;
- b) às estacas defeituosas removidas após a execução, ou abandonadas nos locais de execução;

As estacas são pagas conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: transporte, materiais, perdas, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços e outros recursos utilizados na execução dos serviços.

Os blocos de coroamento excluem-se destes, pois devem ser medidos e pagos a parte das estacas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
25.04.09 – Estaca raiz em solo D= 15cm	m
25.04.10 – Estaca raiz em solo D= 16cm	m
25.04.11 – Estaca raiz em solo D= 20cm	m
25.04.12 – Estaca raiz em solo D= 25cm	m
25.04.13 – Estaca raiz em solo D= 31cm	m
25.04.14 – Estaca raiz em solo D= 40cm	m
25.04.15 – Estaca raiz em rocha alterada D=15 cm	m
25.04.16 – Estaca raiz em rocha alterada D=16 cm	m
25.04.17 – Estaca raiz em rocha alterada D=20 cm	m
25.04.18 – Estaca raiz em rocha alterada D= 25 cm	m



CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMIÇÃO	abr/2006	FOLHA	9 de 11

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- 25.04.19 – Estaca raiz em rocha alterada D=31 cm m
- 25.04.20 – Estaca raiz em rocha alterada D= 40 cm m
- 25.04.21 – Taxa de instalação equipamento estaca raiz un

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**. Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 1996.
- 2 _____. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- 3 _____. **NBR12655**. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- 4 Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos ABEF, Editora PINI, 2ª edição



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-G00/005	REV.	A
EMIÇÃO	abr/2006	FOLHA	10 de 11

ANEXO A - BOLETIM DE ESTACA RAIZ



Boletim de Estaca Raiz					
Obra:			Estaca nº:		
Local:			Bloco:		
Cliente:					
Perfuração					
Data		Diâmetro (mm)	Profundidade (m)	Revestimento	Inclinação
Início	Término				
Profundidade		Classificação do Solo			
Início	Término				
Características da Estaca					
Diâmetro		Comprimento (m)		Carga (ton.)	
Características da Armação ¹⁵					
Armação Longitudinal		Nº de emendas		Armação Transversal	
Diâmetro					
Tipo de Aço					
Injeção					
Data		Pressão (Kg/cm ²)		Cimento (SC)	Areia (L)
Data	Pressão (Kg/cm ²)	Cimento	Areia	Resistência (Mpa)	Resistência (Mpa)
		Tipo	Tipo	Projeto	Obtida
		Consumo	Consumo		
Observação:					
Nome do Executor			Assinatura do Executor		