

0	EMISSÃO INICIAL	12/2/10	EMN	BBZ	WV
Rev	Modificação	Data	Projetista	Desenhista	Aprovo

ENGEVIX

Coord. de Projeto WILSON VIEIRA	CREA / UF 060040558/SP	Autor do Projeto/Resp técnico ENG. EDUARDO NAGAO	CREA/UF 5060215720/SP	Co-Autor	CREA / UF
Coord. de Contrato WILSON VIEIRA	CREA/UF 060040558/SP	Coord. Adjunto Contrato ARQ. LILIANA LASALVIA	CREA/UF 060170569/SP	Desenhista BBZ	
Numero 1127/00-IF-ET-0101		Conferido ENG. EDUARDO NAGAO	CREA/UF 5060215720/SP	Escala SEM ESCALA	Data 12/02/2010

 <p>Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária</p>			Sítio AEROPORTO INTERNACIONAL TANCREDO NEVES CONFINS / MG		
			Área do sítio GERAL		
Escala SEM ESCALA	Data 12/02/2010	Desenhista BBZ	Tipo / Especificação do documento ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FUNDAÇÕES		
Fiscal do Contrato ENG. MARIO MEFFE		Rubrica	Tipo de obra REFORMA E AMPLIAÇÃO		
Fiscal Técnico ENGª MARIA DE FÁTIMA EGLER FROTA 53253/RJ		CREA / UF	Classe geral do projeto PROJETO BÁSICO		
Gestor do Contrato ARQ. JOÃO ARAÚJO		Rubrica	Substitui a ____		Substituída por ____
Termo de Contrato nº 016-EG/2009/0058			Codificação CF.01/304.92/9284/00		

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	3
2.	TUBULÕES A CÉU ABERTO	3
3.	ESTACAS RAIZ E MICROESTACAS INJETADAS	8
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo apresentar as especificações técnicas de fundações, para a reforma e ampliação do Aeroporto Internacional Tancredo Neves, Confins, Minas Gerais.

2. TUBULÕES A CÉU ABERTO

2.1. DEFINIÇÃO

Trata-se de elementos de fundação em concreto moldado in loco, com função específica de transmitir as cargas estruturais para os solos de maior capacidade de suporte. Os elementos de fundação em concreto moldado in loco, tubulões a céu aberto, são obtidos através do preenchimento com concreto de escavações no terreno, previamente executadas, de seção circular e formato cilíndrico, isto é, fuste, base, tronco cônica.

2.2. MATERIAIS

A executante deve prever a utilização dos seguintes materiais básicos:

- a) Concreto com $f_{ck} \geq 20$ MPa;
- b) Camisas de concreto armado com diâmetros internos entre 80 cm e 200 cm com comprimento entre 0,5 m e 1,0 m de comprimento;
- c) Aço estrutural CA-50.

2.3. EQUIPAMENTOS

A executante deve prever a utilização dos seguintes tipos de equipamentos:

- a) Sarilhos metálicos ou guinchos mecânicos, conforme o caso;
- b) Carrinhos de mão;
- c) Bombas de sucção ou submersas;
- d) Tubo de concretagem ou tremonha;
- e) Carregadeiras;
- f) Caminhões basculantes;
- g) Caminhões providos de pequenos guindastes;
- h) Trado mecânico para escavação;

- i) Rompedor hidráulico ou martetele;
- j) Caminhões betoneiras;
- k) Vibradores de imersão para concreto.

A executante deve fornecer todos os acessórios próprios de proteção individual aos trabalhadores tais como óculos, capacete, protetores de ouvido, conforme norma de segurança de trabalho.

2.4. EXECUÇÃO

A executante deve proceder à locação dos tubulões no campo em atendimento ao projeto. Antes do início da implantação dos tubulões, as dúvidas ou problemas devem ser resolvidos com a fiscalização.

A implantação dos tubulões deve atender às profundidades previstas no projeto, salvo se não ocorrer camada de solo com resistência suficiente para suportar as cargas de projeto. Quaisquer alterações das profundidades dos tubulões, somente podem ser executadas após autorização prévia da fiscalização, e ouvido o projetista.

As cabeças dos tubulões, 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 do tubulão, a cabeça deve ser aparelhada para permitir a adequada ligação ao bloco de coroamento. 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 do tubulão;
- c) As cabeças dos tubulões devem ficar normais aos seus próprios eixos.

Os tubulões devem penetrar no bloco de coroamento pelo menos 10 cm, salvo especificação de projeto.

A base do tubulão somente é liberada após a inspeção e aprovação do engenheiro de fundação.

Em função das condições de estabilidade da parede lateral do tubulão deve ser utilizado revestimento com camisas de concreto, ou de aço.

Caso seja encontrado terreno compatível com a tensão admissível do solo indicado no projeto acima da cota prevista, a executante deve solicitar à fiscalização inspeção do referido material, antes de aprofundar a escavação.

No nível definitivo de implantação da base do tubulão, a rocha ou o material firme encontrado deve ficar isento de material solto. Quando não houver especificação diferente, a implantação da base do tubulão, em solo ou rocha, deve ser feita em superfície horizontal.

A base de um tubulão pode ser assentada sobre rocha de superfície inclinada, desde que se prepare esta superfície com chumbadores, após consulta à fiscalização e aprovação da projetista.

A escavação do tubulão, a céu aberto, deve ser feita com esgotamento a partir do momento que a natureza do material escavado ou a quantidade de água impeça a continuidade do serviço.

Ao se usar bomba para o esgotamento, deve-se cuidar para que não haja carreamento do material mais fino, o que pode provocar desbarrancamento ou desconfinamento da camisa do tubulão.

Quando previstas cotas variáveis de assentamento entre tubulões próximos, a execução deve ser iniciada pelos tubulões mais profundos, passando-se a seguir para os mais rasos.

Deve-se evitar trabalho simultâneo em bases alargadas de tubulões adjacentes. Esta indicação é válida, seja quanto à escavação ou quanto à concretagem, e visa impedir o desmoronamento de bases abertas ou danos ao concreto recém lançado.

Também se deve evitar que, entre o término da execução do alargamento de base de um tubulão e sua concretagem, decorra tempo superior a 24 horas. De qualquer modo, sempre que a concretagem não for feita imediatamente após o término do alargamento e sua inspeção, deve ser efetuada uma nova inspeção por ocasião da concretagem, limpando-se cuidadosamente o fundo da base, removendo a camada eventualmente amolecida pela exposição ao tempo ou por água de infiltração.

Para autorizar a concretagem da fundação em tubulão, a fiscalização deve realizar a inspeção do solo da base da fundação, locação, geometria, armação, cota, prumo e limpeza da sua face interna. Não são aceitos serviços sem esta vistoria.

Os prejuízos decorrentes de erro de locação, deslocamento ou desaprumo dos tubulões durante a escavação devem ser inteiramente assumidos pela executante.

Todas as mudanças de horizonte de material que requeiram mudança de equipamento para a sua escavação devem ser comunicadas à fiscalização, para a devida autorização.

A camisa de concreto deve ser concretada em etapas, com as dimensões determinadas em projeto. A camisa deve ser introduzida no terreno após o concreto atingir a resistência adequada para escavação interna.

Após a cravação de um segmento da camisa, com seus ferros de espera na parte superior, é sobreposto o segmento seguinte, com seus ferros de espera, na

sua parte inferior. Após a amarração dos ferros de transpasse, este segmento é concretado in loco, prosseguindo a seguir os trabalhos de escavação e cravação.

Atingida a cota prevista para assentamento do tubulão, procede-se às operações de alargamento da base.

Durante essa operação, a camisa deve ser escorada de modo a evitar sua descida.

Terminado o alargamento acrescenta-se a armadura e concreta-se a base e o núcleo do tubulão, obedecendo-se ao plano de concretagem previamente definido.

Os tubulões devem ser dimensionados de maneira a evitar alturas de bases superiores a 2 (dois) metros, estas só devem ser admitidas em casos excepcionais, devidamente justificados.

Quando as características do solo indicar que o alargamento de base pode ser problemático, deve ser previsto a diminuição do ângulo de abertura, o uso de injeções, aplicações superficiais de argamassa de cimento, ou mesmo escoramento, para evitar desmoronamento da base.

Quando a base do tubulão for assente sobre rocha inclinada, deve ser observado o disposto no item 6.1.2. da NBR 6122/96.

A armadura do núcleo deve ser montada de maneira a garantir sua rigidez e evitar deformações durante o manuseio e concretagem.

A armadura de ligação fuste-base deve ser projetada e executada de modo a garantir concretagem satisfatória da base alargada. Deve ser evitado que a malha constituída pelos ferros verticais e os estribos tenha dimensões inferiores a 30 cm x 30 cm, usando-se, se necessário, feixes de barras ao invés de barras isoladas.

Atenção especial deve ser dada durante a concretagem para manter a espessura recomendada e o recobrimento da armadura.

Deve-se evitar que, entre o término da execução do alargamento da base e sua concretagem, decorra tempo superior a 24 horas.

O concreto do topo de tubulões deve apresentar-se com características satisfatórias. Caso contrário este deve ser removido até que se atinja material adequado, ainda que abaixo da cota de arrasamento prevista, reconcretando-se a seguir o trecho eventualmente cortado abaixo dessa cota.

Em qualquer caso, deve ser garantida a transferência adequada da carga do pilar para o tubulão conforme estabelecido em projeto.

Quando da necessidade de bloco de coroamento, o fundo da cava deve ser recoberto com uma camada de pelo menos 10 cm de espessura de concreto magro.

O concreto deve ser lançado com altura adequada para evitar a segregação, ou com uso tremonhas começando a concretagem pela base.

2.5. CONTROLE

A execução de uma fundação em tubulão deve ser processada, anotando-se os seguintes elementos para cada tubulão, conforme o tipo:

- d) Data das etapas;
- e) Cota de arrasamento;
- f) Cota de base;
- g) Dimensões reais de base alargada;
- h) Material de apoio;
- i) Equipamento utilizado nas várias etapas;
- j) Deslocamento e desaprumo;
- k) Consumo de material durante a concretagem;
- l) Qualidade dos materiais;
- m) Comparação com o volume previsto;
- n) Anormalidades de execução e providências tomadas.

A inspeção do terreno de assentamento da fundação, bem como do terreno ao longo do fuste, deverá ser feita por profissional com experiência na área de solos e fundação.

Sempre que houver dúvida sobre um tubulão, a fiscalização deve exigir comprovação de seu comportamento satisfatório. Se essa comprovação for julgada insuficiente, e dependendo da natureza da dúvida, o tubulão deve ser substituído ou ter seu comportamento avaliado por prova de carga.

2.6. ACEITAÇÃO

As tolerâncias devem estar de acordo com o item 8.6 da NBR 6122, cabendo destacar:

- a) São aceitos tubulões com excentricidade, em relação ao projeto, de até 10% do diâmetro do seu fuste;
- b) Quanto ao desaprumo, são aceitos tubulões com até 1% de inclinação do comprimento total;
- c) Valores superiores a estes devem ser informados à projetista, para verificação das novas condições e adoção de reforço estrutural.

2.7. 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 deve ser observado no decorrer da execução dos tubulões. 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) Todos os resíduos de materiais utilizados devem ser recolhidos e dados a destinação apropriada;
- c) 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;
- d) 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.

3. ESTACAS RAIZ E MICROESTACAS INJETADAS

3.1. DEFINIÇÃO

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

3.2. MATERIAIS

A contratada deve prever a utilização dos seguintes materiais:

- a) Cimento Portland CP-32;
- b) Areia média lavada;
- c) Aço CA-50A; com $f_{yk} > 500$ MPa;
- d) Tubo de aço ASTM A106 Ø 3" SCH80 de 15,27mm;
- e) 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 .

3.3. EQUIPAMENTOS

A contratada deve prever o uso dos seguintes equipamentos:

- a) Sondas rotativas;
- b) Perfuratrizes rotativas, ou rotopercussivas;
- c) Bombas para injeção de argamassa;
- d) Macacos extratores hidráulicos;
- e) Misturador de argamassa ou nata de cimento;
- f) Compressores;
- g) Tubos de perfuração de aço rosqueáveis;
- h) Tubos de PVC;
- i) Tricones de wídia;
- j) Sapatas de wídia;
- k) Bits para perfuração em rocha;
- l) Martelo pneumáticos de superfície e de fundo.

3.4. EXECUÇÃO

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 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. A contratada deve executar as estacas em atendimento às seções transversais indicadas no projeto e às especificações dos materiais. 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 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 carreados 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, constituída por barras de aço montadas em gaiola para as estacas tipo raiz. No caso de microestacas, a armação é inserida juntamente com o tudo de aço Schedule.

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 ou nata de cimento:

Com a colocação do tubo de injeção no fundo da estaca, deve-se proceder à injeção submersa, ascensional da argamassa de consistência plástica ou nata de cimento, 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.

3.5. CONTROLE

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.

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.

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.

3.6. ACEITAÇÃO

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

a) Materiais:

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

b) Execução:

A estaca é aceita desde que sua excentricidade, em relação ao projeto, seja de até 10% do diâmetro do círculo que a inscreva e 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.

3.7. 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:

- e) Deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- f) Todos os resíduos de materiais utilizados devem ser recolhidos e dados a destinação apropriada;
- g) 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;
- h) 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.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 1996. 33p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E GEOTECNIA. Manual de Especificações e Produtos ABEF. 3ª Edição. Editora Pini. São Paulo. 2004. 410p.