

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT
Superintendência Regional nos Estados do Pará e Amapá

ADEQUAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA
CONSTRUÇÃO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS

Rodovia : BR-163/PA
Trecho : Divisa MT/PA - Fronteira Brasil/Suriname
Subtrecho : Novo Progresso – Rio Aruri (Divisa Itaituba / Trairão)
Segmento : km 350,00 – km 508,80
Código PNV : 163BPA1040 – 163MPA1065
Lote : 02

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

MARÇO / 2006



Exército Brasileiro

DNITDepartamento Nacional de
Infra-Estrutura de Transportes

ADEQUAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE OBRAS-DE-ARTE ESPECIAIS

Rodovia : BR-163/PA
Trecho : Divisa MT/PA - Fronteira Brasil/Suriname
Subtrecho : Novo Progresso – Rio Aruri (Divisa Itaituba / Trairão)
Segmento : km 350,00 – km 508,80
Código PNV : 163BPA1040 – 163MPA1065
Lote : 02

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO PROJETO

MARÇO / 2006

EQUIPE TÉCNICA

EQUIPE TÉCNICA

ARTE PONTES CONSULTORIA E PROJETOS LTDA

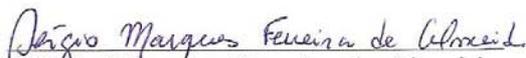
Engenheiro Sérgio Marques Ferreira de Almeida

Engenheira Rosane Roque Jacobson



DECLARAÇÃO

O Engenheiro Sérgio Marques Ferreira de Almeida, responsável pelo projeto de Desenvolvimento do projeto de Elaboração do Projeto Final de Engenharia de 16 (dezesesseis) Pontes na BR-163, trecho Divisa MT/PA – Entroncamento BR-163/BR-230, e a empresa ARTE PONTES CONSULTORIA E PROJETOS LTDA, aqui representada pelo próprio, declara que calculou e verificou, os quantitativos relativos ao projeto de 16 (dezesesseis) Pontes na BR-163, pelos quais assume total responsabilidade.


Sérgio Marques Ferreira de Almeida



CREA-RJ
Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio de Janeiro

ART ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Nº AM Nº 54853

2ª Via - Contratado

REQUERENTE

Obra/Serviço
 Desempenho Cargo/Função
 Receituário Agrônômico
 Registro de Direito Autoral
 Múltipla

REQUERENTE

Ofício/Notificação
 Auto de Infração
 Exigência de:
 Nº _____

REQUERENTE

Vinculada
 Substituta
 Co-Responsabilidade
 Nº da ART principal _____

CONTRATADO

01. Nº do Registro do Profissional: 30.322-D | 02. Nome do Profissional: SERGIO MARQUES FERREIRA DE ALMEIDA
 03. Título do Profissional: ENGENHEIRO CIVIL | 04. Há Prof. Co-Responsável?: sim não
 05. Há Prof. Empr. Vinculada?: sim não | 06. Cód. Entidade de Classe (Tab.1): 05
 07. Nº do Registro da Empresa: 2006 200 256 | 08. Nome da Empresa: ARTE PONTES CONSULTORIA E PROJETOS LTDA

CONTRATANTE

09. Nome do Contratante: FUNDAÇÃO RICARDO FRANCO
 10. Endereço (Logradouro, Rua, Av., etc...): PRAÇA GENERAL TIBÚRCIO | Número: 80 | Complemento: 2017
 11. Bairro: PRAIA VERMEHA | 12. Município: RIO DE JANEIRO | 13. Estado: RJ | 14. CEP: 222.90-270

CONTRATO

15. Nº do Contrato: 1101 | 16. Ramo (Tab. 2): 1449 | 17. Ativid. Técnicas Res. 218 (Tab. 3): 07 | 18. Especific. da Atividade (Tab.4): 118 | 19. Complemento (Tab.5):
 20. Quantificação: 935,50m | 21. Nº Pavt.: - | 22. Data início: 13/12/05 | 23. Prazo do contrato: Ind. Det. 04 mês(es) ____ dia(s) | 24. N.H.H.J.T.: - | 25. Valor cont./Honorários: R\$ 148.000,00 | 26. Salário: -

27. Descrição/Informações Complementares:
 Serviços de elaboração do Projeto Final de Engenharia de 16 (dezesseis) Pontões na BR-163/PA, trecho: Divisa MT/PA - entroncamento BR-163/BR-230.

CONTRATO

28. Endereço da Obra/Serviço (Logradouro, Rua, Av., etc...): BR-163/PA, trecho: Divisa MT/PA entronc. BR163/BR230 | Número: | Complemento:
 29. Bairro: | 30. Município: | 31. Estado: PA | 32. CEP:

ASSINATURAS

33. Data: | 34. Profissional Contratado: Sergio Marques Ferreira de Almeida | 35. Contratante: CONFORME PRESTAÇÃO DE CONTRATO EM ANEXO

ESTA ART SÓ É VÁLIDA COM A APRESENTAÇÃO DA GUIA DE RECOLHIMENTO QUITADA
 REMETER ESTA VIA AO CREA-RJ

SB SOLICITAÇÃO DE BAIXA

ART Nº AM Nº 54853

MOTIVO

Término da Obra/Serviço
 Rescisão do Contrato
 Outro _____
 Data: _____

Data: _____
 Nome do Requerente: _____
 Assinatura: _____

Rua Buenos Aires nº 40 - 2º andar - Centro - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20.070-022
 Tel: (21) 2206-9662 - TELECREA: (21) 2518-0550 - Fax: (21) 2518-0723 - www.crea-rj.org.br - crea-rj@crea-rj.org.br

Mod. 2011/05

BANCO DO BRASIL | 001-9 | CREA-RJ

LOCAL DE PAGAMENTO

EM QUALQUER BANCO ATÉ O VENCIMENTO. NÃO RECEBER APOS VENCTO.

CEDENTE

CREA-RJ CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA

DATA DO DOCUMENTO

03.01.2006

ESPECIE DOC.

RC

DATA DO PROCESSAMENTO

03.01.2006

USO DO BANCO

ESPECIE DE MOEDA

R\$

QUANTIDADE

VALOR

INSTRUÇÕES

Esta guia destina-se ao pagamento da ART: AM54853
 PREENCHER NO CAMPO SACADO O NOME
 E O NÚMERO DE REGISTRO NO CREA-RJ.

SACADO:

SÉRGIO MARQUES FERREIRA DE ALMEIDA
 RG 30.322-D

SACADOR/AVALISTA

REAL0848 08FEV2007 0071

475,00R05E040DN

CODIGO DE BAIXA:

AUTENTICACAO MECANICA

Recibo do Sacado

VENCIMENTO	
AGENCIA/CODIGO CEDENTE	1769-8 / 260345-4
NOSSO NUMERO/COD. DOCUMENTO	20063348131787
(=) VALOR DO DOCUMENTO	
(-) DESCONTO/ABATIMENTO	
(-) OUTRAS DEDUÇÕES	
(+) MORAMULTA	
(+) OUTROS ACRESCIMOS	
(=) VALOR CORRADO	475,00

SUMÁRIO

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	1
1.1 Condições Gerais.....	2
1.2 Volumes Componentes do Relatório.....	2
2 MAPA DE SITUAÇÃO	4
3 MEMÓRIAS DESCRITIVAS	6
3.1 Ponte Sobre o Rio Santa Júlia	7
3.2 Ponte Sobre o Rio Natal.....	7
3.3 Ponte Sobre o Rio São Jorge I.....	8
3.4 Alargamento da Ponte Sobre o Rio Arraias	9
3.5 Ponte Sobre o Rio Bonitinho	10
3.6 Ponte Sobre o Rio Onça I	10
3.7 Ponte Sobre o Rio Onça II	11
3.8 Ponte Sobre o Rio São Jorge II.....	12
3.9 Ponte Sobre o Rio Machado	12
3.10 Ponte Sobre o Rio Lauro.....	13
3.11 Ponte Sobre o Rio Juscelino	14
3.12 Ponte Sobre o Rio Estrela I.....	15
3.13 Ponte Sobre o Rio Estrela II.....	15
3.14 Ponte Sobre o Rio Estrela III.....	16
3.15 Ponte Sobre o Rio Café Baiano	17
3.16 Alargamento da Ponte Sobre o Rio Arurí.....	17
4 ESPECIFICAÇÕES	19
4.1 Introdução	20
4.2 Controle Tecnológico de Execução.....	20
4.2.1 Generalidades	20
4.2.2 Instalações	21
4.2.3 Equipamentos	21
4.2.4 Execução.....	21
4.2.5 Pagamento	22
4.3 Especificações de Obras de Arte Especiais.....	22

1 APRESENTAÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

1.1 CONDIÇÕES GERAIS

O presente volume refere-se ao Relatório Final da Adequação de Projeto Executivo de Engenharia para Construção de Obras-de-Arte Especiais da Rodovia BR-163/PA, trecho: Divisa MT/PA – Fronteira Brasil/Suriname, subtrecho: Novo Progresso – Rio Aruri (Divisa Itaituba/Trairão), segmento: km 350,00 – km 508,80, lote: 02. A seguir, apresenta-se a relação com nome e localização das obras referentes ao trecho citado.

NOME	COMPRIMENTO	LOCALIZAÇÃO
Ponte sobre o Rio Santa Júlia	78,00 m	Km 350,00
Ponte sobre o Rio Natal	78,00 m	Km 359,60
Ponte sobre o Rio São Jorge I	42,50 m	Km 386,60
Ponte sobre o Rio das Arraias (Alargamento)	162,50 m	Km 390,30
Ponte sobre o Rio Bonitinho	36,50 m	Km 395,00
Ponte sobre o Rio Onça I	42,50 m	Km 398,20
Ponte sobre o Rio Onça II	30,00 m	Km 402,40
Ponte sobre o Rio São Jorge II	48,50 m	Km 409,10
Ponte sobre o Rio Machado	72,50 m	Km 448,50
Ponte sobre o Rio Lauro	63,50 m	Km 449,57
Ponte sobre o Rio Juscelino	30,00 m	Km 459,80
Ponte sobre o Rio Estrela I	30,00 m	Km 462,50
Ponte sobre o Rio Estrela II	36,50 m	Km 465,90
Ponte sobre o Rio Estrela III	30,00 m	Km 466,50
Ponte sobre o Rio Café Baiano	30,00 m	Km 467,00
Ponte sobre o Rio Aruri (Alargamento)	168,00 m	Km 508,80

Dados Contratuais:

Destaque de Crédito DNIT / DEC – N° 30.001.05.01.06.01

1.2 VOLUMES COMPONENTES DO RELATÓRIO

O Relatório Final é composto dos volumes discriminados a seguir:

- Volume 1 - Relatório do Projeto
- Volume 2 – Projeto de Execução
- Volume 3 – Memória Justificativa
- Volume 3A – Estudos Geotécnicos

- Volume 3B – Memória de Cálculo das Estruturas
- Volume 3C – Relatório Final de Avaliação Ambiental - RFAA
- Volume 4 – Orçamento das Obras

O conteúdo de cada volume é descrito a seguir:

Volume 1 - Relatório do Projeto - Este volume contém uma síntese dos serviços a executar, os documentos necessários para a licitação, informações para a elaboração do Plano de Execução das Obras e as especificações pertinentes aos serviços a serem executados. Apresentado em tamanho A4.

Volume 2 – Projeto de Execução - Este volume contém plantas e demais informações de interesse para a execução do projeto. Apresentado em tamanho A3 alongado.

Volume 3 – Memória Justificativa - Este volume reúne todas as metodologias que possibilitaram a definição das soluções a serem adotadas para os diversos itens de serviço. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3A – Estudos Geotécnicos - Este volume reúne todas as informações de campo e de laboratório utilizadas no projeto. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3B – Memória de Cálculo das Estruturas - Este volume reúne todos os cálculos realizados para a definição das infraestruturas e das superestruturas do projeto. Apresentado em tamanho A4.

Volume 3C – Relatório Final de Avaliação Ambiental – RFAA - Este volume constitui no documento para entendimento do DNIT com o órgão ambiental competente para proceder ao licenciamento do empreendimento. É composto de dados do empreendimento, resumo do projeto das obras e componentes ambientais. Apresentado em tamanho A4.

Volume 4 – Orçamento das Obras - Este volume apresenta o resumo dos preços, o demonstrativo do orçamento e as composições de preços unitários, elaboradas com base na metodologia vigente no Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte – DNIT. Apresentado em tamanho A4.

2 MAPA DE SITUAÇÃO

3 MEMÓRIAS DESCRITIVAS

3 MEMÓRIAS DESCRITIVAS

3.1 PONTE SOBRE O RIO SANTA JÚLIA

A Ponte sobre o Rio Santa Júlia, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por três vãos simplesmente apoiados de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 78,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Nas linhas de apoio intermediárias a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado, com seção transversal quadrada com 80 cm por 100 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 120 cm de largura por 150 cm de altura.

As fundações das linhas de apoio extremas são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração também em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura. As fundações das linhas de apoio intermediárias são constituídas por um conjunto de doze estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, seis a seis, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 320 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração também em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.2 PONTE SOBRE O RIO NATAL

A Ponte sobre o Rio Natal, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por três vãos simplesmente apoiados

de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 78,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Nas linhas de apoio intermediárias a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado, com seção transversal quadrada com 80 cm por 100 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 120 cm de largura por 150 cm de altura.

As fundações das linhas de apoio extremas são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 280cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga também em concreto armado. As fundações das linhas de apoio intermediárias são constituídas por um conjunto de doze estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, seis a seis, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 320 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga também em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.3 PONTE SOBRE O RIO SÃO JORGE I

A Ponte sobre o Rio São Jorge I, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A superestrutura da ponte é constituída por dois vãos simplesmente apoiados de 18,25 m e dois balanços de 3,00 m cada, perfazendo um comprimento total de 42,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Na linha de apoio intermediária a meso-estrutura é formada por um par de pilares em concreto armado, com seção transversal retangular com 80 cm por 100 cm ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 120 cm de largura e 150 cm de altura.

As fundações de todas as linhas de apoio são constituídas por um conjunto de dez estacas metálicas em perfil CS 300 x 122 kgf/m, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração com 60 cm de largura e 110 cm de altura, também em concreto armado.

3.4 ALARGAMENTO DA PONTE SOBRE O RIO ARRAIAS

A Ponte sobre o Rio Arraias, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A Ponte encontra-se atualmente com a meso-estrutura e a infra-estrutura executadas e a superestrutura também executada com largura de 4,25 m. Sua seção transversal será alargada para o lado esquerdo, passando de 4,25 m de largura para uma largura total de 13,00 m. A modulação dos vãos na direção longitudinal acompanhará a modulação original da ponte que é composta por cinco vãos intermediários de 24,00 m e dois vãos extremos de 21,25 m cada, perfazendo um comprimento total de 162,50 m.

A seção transversal encontra-se atualmente estruturada por meio de duas vigas metálicas de alma cheia e seção I. Após o alargamento apresentará mais três vigas metálicas na seção transversal totalizando cinco vigas para a largura final de 13,00 metros. As vigas metálicas serão ligadas através de transversinas metálicas de apoio e intermediárias e por laje em concreto armado. Para a materialização do alargamento de 13,00 m e por tanto, a implantação de mais três vigas metálicas será necessário estender o comprimento da travessa dos atuais 10,40 m para 12,60 m.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

As fundações da obra atual são constituídas por um par de tubulões de concreto armado com diâmetro de 1,40 m por linha de apoio. Para a implantação do alargamento está prevista a execução de mais um tubulão por linha de apoio.

3.5 PONTE SOBRE O RIO BONITINHO

A Ponte sobre o Rio Bonitinho, situado na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 28,00 m e dois balanços de 4,25 m cada um, perfazendo um comprimento total de 36,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada de 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura e 150 cm de altura.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas metálicas em perfil CS 300 x 122 kgf/m por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração também em concreto armado, com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.6 PONTE SOBRE O RIO ONÇA I

A Ponte sobre o Rio Onça I, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A superestrutura da ponte é constituída por dois vãos simplesmente apoiados de 18,25 m e dois balanços de 3,00 m cada, perfazendo um comprimento total de 42,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Na linha de apoio intermediária a meso-estrutura é formada por um conjunto de cinco pilaretes de concreto armado, com 50 cm por 120 cm apoiados em travessa, também em concreto armado com 120 cm de largura e 130 cm de altura diretamente apoiada nos blocos de estacas.

As fundações de todas as linhas de apoio são constituídas por um conjunto de dez estacas metálicas em perfil CS 300 x 122 kgf/m, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura na linha de apoio de P1 e P3 e pela própria travessa na linha de apoio de P2.

3.7 PONTE SOBRE O RIO ONÇA II

A Ponte sobre o Rio Onça II, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 30,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si

por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.8 PONTE SOBRE O RIO SÃO JORGE II

A Ponte sobre o Rio São Jorge II, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A superestrutura da ponte é constituída por dois vãos simplesmente apoiados de 21,25 m e dois balanços de 3,00 m cada, perfazendo um comprimento total de 48,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Na linha de apoio intermediária a meso-estrutura é formada por um par de pilares em concreto armado, com seção transversal retangular com 80 cm por 100 cm ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 120 cm de largura e 150 cm de altura.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.9 PONTE SOBRE O RIO MACHADO

A Ponte sobre o Rio Machado, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão central simplesmente apoiado de 24,00 m, dois vãos de 21,25 m e dois balanços de 3,00 m cada, perfazendo um comprimento total de 72,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Nas linhas de apoio extremas da ponte, a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado com seção transversal quadrada com 80 cm por 80 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 80 cm de largura e 150 cm de altura. Nas linhas de apoio intermediárias a meso-estrutura é formada por um par de pilares de concreto armado, com seção transversal quadrada com 80 cm por 100 cm, por linha de apoio, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado com 120 cm de largura por 150 cm de altura.

As fundações das linhas de apoio extremas são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração também em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura. As fundações das linhas de apoio intermediárias são constituídas por um conjunto de doze estacas raízes ($\phi = 41\text{cm}$) por linha de apoio, coroadas em seus topos, seis a seis, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 320 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração também em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.10 PONTE SOBRE O RIO LAURO

A Ponte sobre o Rio Lauro, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão central de 21,00 m de comprimento e dois vãos adjacentes de 18,25 m com um balanço de 3,00 m cada, perfazendo um comprimento total de 63,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

Na linha de apoio de P1, a meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura. Nas linhas de apoio de P2 e P3, a meso-estrutura é constituída por um par de pilares com seção transversal retangular, com 80 cm por 100 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 120 cm de largura por 150 cm de altura. Na linha de apoio de P4 a meso-estrutura da ponte é formada uma travessa, também em concreto armado, com 120 cm de largura por 130 cm de altura.

As fundações das linhas de apoio de P1 e P4 são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm), coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração, também em concreto armado, com 60 cm de largura e 110 cm de altura no apoio P1, enquanto no apoio P4 a amarração dos blocos é feita pela própria travessa. As fundações das linhas de apoio de P2 e P3 são constituídas por um conjunto de doze estacas raízes ($\phi = 41$ cm), coroadas em seus topos, seis a seis, por meio de blocos em concreto armado com 280 cm por 320 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração com 60 cm de largura e 110 cm de altura, também em concreto armado.

3.11 PONTE SOBRE O RIO JUSCELINO

A Ponte sobre o Rio Juscelino, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 30,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas metálicas em perfil CS 300 x 122 kgf/m por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.12 PONTE SOBRE O RIO ESTRELA I

A Ponte sobre o Rio Estrela I, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 30,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.13 PONTE SOBRE O RIO ESTRELA II

A Ponte sobre o Rio Estrela I, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 28,00 m e dois balanços de 4,25 m cada um, perfazendo um comprimento total de 36,50 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.14 PONTE SOBRE O RIO ESTRELA III

A Ponte sobre o Rio Estrela III, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 30,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.15 PONTE SOBRE O RIO CAFÉ BAIANO

A Ponte sobre o Rio Estrela I, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente. A superestrutura da ponte é constituída por um vão simplesmente apoiado de 24,00 m e dois balanços de 3,00 m cada um, perfazendo um comprimento total de 30,00 m.

A seção transversal da obra, com largura total de 13,00 m, é estruturada por meio de cinco vigas de concreto protendido de alma cheia e seção I, ligadas por transversinas de apoio e intermediária em concreto protendido e por laje em concreto armado.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

A meso-estrutura da ponte é formada por um par de pilares com seção transversal quadrada, com 80 cm por 80 cm, ligados em seus topos por travessa, também em concreto armado, com 80 cm de largura por 150 cm de altura por linha de apoio.

As fundações são constituídas por um conjunto de dez estacas raízes ($\phi = 41$ cm) por linha de apoio, coroadas em seus topos, cinco a cinco, por meio de blocos, também em concreto armado, com 280 cm x 280 cm em planta e 130 cm de altura, ligados entre si por uma viga de amarração em concreto armado com 60 cm de largura por 110 cm de altura.

3.16 ALARGAMENTO DA PONTE SOBRE O RIO ARURÍ

A Ponte sobre o Rio Aruri, situada na BR-163, é em nível e insere-se em um trecho de tangente da rodovia. A Ponte encontra-se atualmente com a meso-estrutura e a infraestrutura executadas e a superestrutura também executada com largura de 4,25 m. Sua seção transversal será alargada para o lado esquerdo, passando de 4,25 m de largura para uma largura total de 13,00 m. A modulação dos vãos na direção longitudinal acompanhará a modulação original da ponte que é composta por cinco vãos intermediários de 24,00 m e dois vãos extremos de 24,25 m cada, perfazendo um comprimento total de 168,00 m.

A seção transversal encontra-se atualmente estruturada por meio de duas vigas metálicas de alma cheia e seção I. Após o alargamento apresentará mais três vigas metálicas na seção transversal totalizando cinco vigas para a largura final de 13,00 metros. As vigas metálicas serão ligadas através de transversinas metálicas de apoio e

intermediárias e por laje em concreto armado. Para a materialização do alargamento de 13,00 m e por tanto, a implantação de mais três vigas metálicas será necessário estender o comprimento da travessa dos atuais 10,40 m para 12,60 m.

A transmissão dos esforços da superestrutura para a meso-estrutura é feita por meio de aparelhos de apoio em borracha neoprene fretada.

As fundações da obra atual são constituídas por um par de tubulões de concreto armado com diâmetro de 1,40 m por linha de apoio. Para a implantação do alargamento está prevista a execução de mais um tubulão por linha de apoio.

4 ESPECIFICAÇÕES

4 ESPECIFICAÇÕES

4.1 INTRODUÇÃO

Todas as obras e serviços deverão ser executados de acordo com o constante nas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias, em vigor no DNIT - Departamento de Infra-estrutura de Transporte Terrestre - e, quando necessário, de acordo com as Especificações Particulares e Complementares, apresentadas a seguir. Em particular deve-se obedecer ao disposto nas NBR – 14331 e NBR – 10839 da ABNT.

4.2 CONTROLE TECNOLÓGICO DE EXECUÇÃO

4.2.1 Generalidades

A Executante deverá, obrigatoriamente, exercer todos os controles (geométricos e tecnológicos em geral) previstos nas especificações do presente projeto. Embora seja válida e mesmo necessária a troca de informações com a Fiscalização/ Supervisão, o fato não eximirá – sob hipótese alguma – a Executante das obras de proceder ao seu próprio controle. Deverão também ser obedecidas as prescrições dispostas nas NBR-14931 e NBR-10839 da ABNT.

Os critérios adotados no cálculo da mobilização e desmobilização foram os seguintes:

Foi considerado que os equipamentos pesados serão transportados por uma carreta com cavalo mecânico a uma distancia de 900 km, em rodovia não pavimentada. Por esta razão adotou-se a velocidade de 30 Km/h. O custo horário adotado para a carreta consta do SICRO 2. Para os equipamentos autopropelidos (caminhões basculantes, carroceria fixa, etc), considerou-se o custo horário de cada equipamento constante do SICRO 2 e o número de horas necessárias para vencer a distancia de 900 Km.

Os canteiros de obras foram projetados levando-se em conta as necessidades decorrentes da natureza, especificidade e dimensão das obras do objeto. Basearam-se também na experiência dos profissionais que elaboraram o projeto em empreendimentos similares. É sempre bom lembrar que os projetos de canteiros são indicativos, ficando sujeitos a alterações proposta pelas executoras e devidamente aprovadas pela fiscalização do DNIT.

4.2.2 Instalações

A Executante deverá dispor de área mínima construída de 50 m², para as instalações de seu laboratório de obra.

A construção – em madeira ou alvenaria – deverá ser de boa qualidade, com forro e piso estável, bem iluminada, e dispor de instalações elétricas, de água e de gás. Será prevista a exaustão dos gases e vapores, em especial dos solventes utilizados na extração do betume.

A localização deverá atender às conveniências da própria obra, mas evitando a proximidade indesejável das fontes normais de poluição, britadores, usina de asfalto, etc.

A Executante também colocará à disposição da Fiscalização, além do prédio acima mencionado, um outro de alvenaria com área de 60 m², com instalações de 1ª qualidade e que deverá ser aprovado pela Fiscalização. As instalações servirão ao escritório da Fiscalização durante o desenvolvimento das obras.

4.2.3 Equipamentos

A Executante deverá dispor de todos os equipamentos necessários para a realização dos controles geométrico e tecnológico.

Os equipamentos de precisão – balanças e anéis dinamométricos, principalmente, deverão chegar às obras já acompanhados dos certificados de aferição, expedidos por organismos oficiais.

4.2.4 Execução

Os controles serão executados em fiel atendimento às Especificações do Projeto e às normas e métodos de ensaios do DNIT, no que diz respeito à modalidade e à frequência.

Os controles serão efetuados tempestivamente, a fim de que permitam a ação oportuna e a introdução das medidas corretivas que se fizerem necessárias no processo executivo.

Inclui-se, também, como obrigação da Executante, o fornecimento dos materiais para a elaboração dos traços do concreto estrutural.

Os resultados de controle serão arquivados em pastas organizadas de modo a facilitar a consulta pelos prepostos da Executante e da Fiscalização, a qualquer instante, durante a execução das obras.

4.2.5 Pagamento

Nenhum pagamento específico será efetuado, com vistas a indenizar diretamente os controles aqui previstos.

Desta forma, a Executante deverá incluir nas despesas indiretas, todos os seus gastos com equipes, equipamentos, materiais, instalações e demais encargos similares.

A área cedida à Fiscalização, bem como sua manutenção durante as obras, e o abastecimento de água, luz e gás, também terá idêntico tratamento, no que diz respeito ao pagamento. Ao final das obras, os equipamentos de topografia e as instalações do laboratório reverterão à Executante.

4.3 ESPECIFICAÇÕES DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

EC-AO-01 - ESCAVAÇÃO E REATERRO

1 GENERALIDADES

As escavações limitar-se-ão a blocos de fundação e locais indicados pela Fiscalização.

A firma encarregada da execução dos serviços comunicará a Fiscalização com a devida antecedência, o início de qualquer escavação, a fim de permitir que a segunda possa efetuar as medidas necessárias, no terreno inalterado.

A Executante informará à Fiscalização, imediatamente, qualquer fenômeno imprevisto, como surgência de água, desmoronamento de solo, etc., a fim de serem tomadas as providências necessárias. O lançamento do concreto magro sob os blocos de fundação não terá início antes da aceitação das escavações pela Fiscalização.

As atividades de escavação deverão observar além das especificações aqui contidas, as prescrições das NBR 9061/85 (Segurança de Escavações a Céu Aberto) da NBR-1223/89 (Normas para execuções de Obras-de-Arte Especiais em Concreto Armado e Concreto Protendido) e do Manual de Construção de Obras-de-Arte Especiais do DNIT/1995.

2 ESCAVAÇÃO

A execução de escavações poderá exigir a necessidade de serviços complementares para garantir sua estabilidade e facilitar os trabalhos. Tais serviços poderão ser andaimes, escoramentos, esgotamento ou outros.

Sempre que necessário, as escavações deverão ter escoramentos dimensionados convenientemente, a fim de apresentarem a indispensável segurança à execução da obra e à vida dos que nelas trabalhem.

Caso a Executante dos serviços de escavação, com autorização da Fiscalização, não construa escoramentos, caber-lhe-á calcular os ângulos de taludes convenientes. Para tal, deverá levar em conta as características do solo, o tempo durante o qual a escavação permanecerá aberta, assim como as cargas e vibrações que podem atuar dentro da escavação e nas suas vizinhanças.

Os taludes executados deverão eliminar qualquer possibilidade de acidentes.

A Executante será responsável pela estabilidade e conservação dos taludes, dando especial atenção aos solos cuja resistência varia com o tempo, umidade, infiltração de água, etc.

Qualquer possibilidade de escorregamentos deve ser eliminada tornando-se, também, todos os cuidados no sentido de impedir o acesso de água aos solos coesivos.

Todas as escavações em que houver possibilidade de escorregamentos serão executadas por etapas, devendo ser tomadas precauções no sentido de evitar que depósitos de materiais, canteiros de serviços, etc., sejam ameaçados pelas mesmas.

Cuidados deverão ser tomados para evitar os danos decorrentes da erosão de solos arenosos, devendo ser também removidos blocos de rocha em posições perigosas.

O fundo das cavas deverá ser mantido livre de água. Para o esgotamento, deverão ser usados equipamentos adequados, objetivando o rebaixamento do lençol de água e a execução dos serviços a seco.

3 REATERRO

As áreas escavadas em volta das estruturas ou locais das obras de Arte Especiais e muros de arrimo sem o devido reaterro serão reaterradas com os mesmos solos indicados para o corpo dos aterros ou aprovados pela Fiscalização.

A área a ser reaterada deverá ser limpa de todo material estranho, solto e não compactado. Nenhum reaterro poderá ser iniciado sem prévia autorização da Fiscalização.

As operações do reaterro deverão ser executadas com o máximo cuidado para não danificar a estrutura. O reaterro deverá ser executado, sempre que possível, até a mesma cota em toda a área, a fim de evitar a possibilidade de qualquer deslocamento ou esforços adicionais na estrutura.

O equipamento para a compactação será escolhido em função das condições da construção e natureza dos solos. Não será permitida a utilização de soquetes de operação manual.

O material de reaterro deverá ser espalhado em camadas de 15cm de espessura máxima e deverá ser compactado com a umidade adequada até o mesmo grau de compactação (Proctor Modif., ensaio AASHO-T-180) exigido para o corpo de aterro indicado no projeto (Terraplenagem) e/ou a critério da Fiscalização. O reaterro deverá ser executado até atingir a superfície do terreno natural ou até as cotas indicadas no projeto.

4 MEDIÇÃO

A escavação e o reaterro serão medidos por metro cúbico de material escavado.

5 PAGAMENTO

A escavação e o reaterro serão pagos pelo preço unitário proposto para o serviço de escavação.

EC-OA-02 - FUNDAÇÕES EM ESTACAS

1 GENERALIDADES

As fundações das obras de arte especiais em estacas deverão ser executadas estritamente de acordo com o projeto e a Norma Brasileira NBR-6122, aplicando-se também todas as Especificações do Manual de Construção de Obras-de-Arte Especiais do DNIT (1995).

As cotas de projeto das fundações e a previsão de profundidade em estacas foram determinadas em função de sondagens e deverão ser consideradas como aproximadas.

Por este motivo, as profundidades a serem atingidas pelas estacas não devem restringir-se, apenas, ao atendimento das cotas previstas no projeto.

As cotas definitivas das estacas serão fixadas de acordo com a Fiscalização, introduzindo-se as modificações que eventualmente sejam necessárias para assegurar a execução adequada.

A Fiscalização poderá determinar a realização de ensaios para verificar a resistência do solo na cota de implantação. Quando ocorrerem discrepâncias apreciáveis, novas sondagens deverão ser executadas às expensas da Executante.

Em vista de que a construção de estacas requer conhecimentos especiais, um dos engenheiros da Executante, especializado neste campo, deverá estar presente durante a execução dos serviços.

2 EXECUÇÃO

No caso de Estacas Cravadas a Executante, ao submeter à aprovação da Fiscalização o tipo de equipamento de confecção e cravação que pretende adotar, deverá fornecer as seguintes informações: altura de queda do martelo, peso do martelo, trabalho à simples ou à duplo efeito, número de golpes por minuto, marca de fabricação do equipamento, "negas" para os dez últimos golpes e todas as demais informações, se forem solicitadas pela Fiscalização, além do programa de cravação e o esquema de prova de carga a serem realizados.

Qualquer alteração com relação aos tipos de detalhes de estacas indicadas no projeto, estes deverão ser submetido à Fiscalização com a justificativa e memória de cálculo correspondente.

Qualquer cravação de estacas só pode ser iniciada com a aprovação da Fiscalização.

Quando forem pedidas, em locação ou em inclinação, as tolerâncias admitidas pela NBR-6122, deverá ser procedido um levantamento da situação para ser analisado pelo projetista da obra e, se julgado necessário, ser modificado o projeto de fundação, às custas da Executante.

As estacas escavadas serão arrasadas nas cotas indicadas no projeto ou pela Fiscalização e sua armação de espera deverá mergulhar nos blocos num comprimento igual ou superior ao de ancoragem. O corte de estacas deverá ser sempre normal ao eixo.

As estacas metálicas deverão ser cortadas 25 cm acima do fundo dos blocos, e o detalhe de ligação deverão obedecer ao disposto no projeto executivo.

3 ESTACAS METÁLICAS EM COLUNA SOLDADA CS-300×122 KGF/M

3.1 FORNECIMENTO

As estacas metálicas serão compostas por chapas soldadas CS-300×122 kgf/m conforme detalhe do projeto.

3.2 EMENDAS DAS ESTACAS

As emendas das estacas deverão ser feitas através de talas soldadas nas chapas. As talas assim como os cordões de solda deverão obedecer ao detalhe específico do projeto. A retomada da cravação da estaca só poderá ser feita pelo menos 1 hora após o término da última soldagem da emenda, de modo a evitar o resfriamento rápido.

3.3 CRAVAÇÃO DAS ESTACAS

Na cabeça das estacas as chapas que compõem o perfil deverão ser cortadas em esquadro com o eixo longitudinal, e protegidas por cabeças providas de almofadas.

A cravação das estacas só poderá ser iniciada com autorização expressa da fiscalização e poderá ser feita através de martelos de queda livre ou automáticos. No caso de martelos de queda livre, a relação entre o peso do pilão e o peso da estaca

deve ser a maior possível e deve ser no mínimo igual a 0,50 para cargas de até 1000 kN (item 7.8.2.da NBR-6122). No caso de uso de martelos automáticos devem-se seguir as recomendações do fabricante.

A seqüência de execução das estacas dentro de um mesmo bloco deverá ser feita do centro para a periferia do bloco ou de um bordo em direção ao outro conforme prescreve o item 7.9.1 da NBR-6122.

3.4 PREPARO DAS CABEÇAS DAS ESTACAS

O trecho da estaca que tenha sido danificado durante a cravação ou que esteja com excesso em relação a cota de arrastamento deverá ser cortado, recompondo-se, quando necessário, o trecho da estaca até essa cota. As estacas deverão penetrar pelo menos 20 cm no bloco de coroamento, e a ligação da mesma com o bloco deverá obedecer ao detalhamento específico do projeto.

3.5 CONTROLES DE EXECUÇÃO

A execução do estaqueamento deverá ser feita anotando-se os seguintes elementos:

- Comprimento real;
- Desaprumo e desvio de locação;
- Características do equipamento de cravação;
- Negas no final da cravação e na recravação quando houver;
- Deslocamento e levantamento de estacas por efeito de cravação de estacas vizinhas;
- Anormalidades de execução.

Em cada estaqueamento deve-se tirar o diagrama de cravação em pelo menos 10% das estacas, sendo obrigatoriamente incluídas as estacas mais próximas aos furos de sondagem.

Sempre que houver dúvida sobre uma estaca, a fiscalização pode exigir comprovação de seu comportamento satisfatório. Se essa comprovação não for julgada suficiente, e, dependendo da natureza da dúvida, a estaca deverá ser substituída ou seu comportamento comprovado por prova de carga.

3.6 TOLERÂNCIAS

Deverão ser adotadas as tolerâncias de execução (excentricidades e inclinações) constantes dos itens 7.9.7.5 e 7.9.6 da NBR-6122.

4 ESTACAS RAÍZES

4.1 MÉTODO EXECUTIVO

A execução de uma estaca raiz se procede em três fases principais, distintas e consecutivas, quais sejam:

- Perfuração;
- Colocação da armadura, e
- Concretagem da estaca.

O processo de perfuração e o emprego de ar comprimido, em baixa ou alta pressão, para a injeção de argamassa de concretagem, concorrem para conferir à estaca uma adequada resistência estrutural e excelente aderência ao terreno, garantindo a alta capacidade de carga, sua principal característica.

4.2 PERFURAÇÃO

Sua execução inicia-se pela introdução no terreno, até a profundidade estabelecida em projeto, por meio de perfuração rotativa, de um revestimento metálico, constituído de segmentos estanques, dotado em sua extremidade de uma coroa de perfuração adequada à natureza das camadas a serem atravessadas.

Em caso da necessidade de perfuração em rocha, podem ser usados martelos tipo “fundo de furo”, a roto-percussão ou martelos hidráulicos pesados – “drifters”.

O movimento rotativo é combinado com injeção de fluido de perfuração (água ou lama bentonítica) que tem como principal função transportar até a superfície os fragmentos de solo de rocha desagregados pela rotação da coroa.

Injetado pelo interior do tubo, o fluido de perfuração reflui até a superfície circulando pelos interstícios que se abrem no terreno adjacente à parede externa do revestimento metálico.

O processo de execução não descomprime o terreno pois o revestimento acompanha sempre a perfuração.

Nas operações de perfuração, são utilizados equipamentos à rotação com revestimento provisório ou máquinas a roto-percussão com martelo “down the-hole” acionadas a ar comprimido. No caso das máquinas à rotação existem dois modelos: de transmissão de tipo mecânico, e de transmissão de tipo hidrostático/hidráulico.

4.3 ARMADURA

Terminada a perfuração é colocada a armadura metálica no interior do tubo de revestimento. Esta, nos casos correntes, é de uma ou mais barras de aço estribadas ou, para as estacas de maior diâmetro, de várias barras montadas em gaiola.

4.4 INJEÇÃO/CONCRETAGEM

Uma vez armada a estaca, é introduzida no interior do tubo de perfuração, até o fundo da estaca, um tubo de concretagem, através do qual é injetada a argamassa de cimento, tipo CP-3 ou RS, dosada a razão de 400 Kg de cimento por metro cúbico de areia peneirada, com uma relação média água/cimento de 0,5, com uso de eventuais aditivos fluidificantes. Geralmente em lugar dos aditivos pode-se utilizar argamassa com maior dosagem de água, a qual será absorvida pelo terreno, sendo que esse aspecto deverá ser levado em conta quando da retirada dos corpos de prova para ensaio.

A argamassa de cimento lançada de baixo para cima, garante que a água (ou lama de perfuração) será totalmente removida, sendo substituída pela própria argamassa. Durante esta operação o furo permanece sempre revestido e, portanto, a operação se realiza com o máximo de segurança.

Uma vez que o tubo de perfuração esteja preenchido de argamassa, em sua extremidade superior é montado um capacete especial e procedida a aplicação de ar comprimido, de forma a gerar pressões inferiores às “pressões limite” de fratura hidráulica do terreno, geralmente não excedentes a 4,0 atm.

Tal processo deverá ser efetuado rapidamente, enquanto se procede a realimentação da argamassa e a retirada do tubo protetor, até o total preenchimento de todas as sobre-escavações do fuste, quando da total execução da estaca. Especial atenção

deverá ser para que, durante a extração da tubulação, o nível da argamassa nunca fique abaixo da coroa de perfuração.

4.5 RESUMO DAS FASES DE EXECUÇÃO

As fases de execução, desde a locação até a completa execução de cada estaca, podem ser resumidas, como segue:

1ª Operação: Com base nos elementos de projeto é procedida a locação das estacas com os métodos usuais de topografia com determinação precisa do centro da estaca, inclinação e relação entre nível de assentamento do equipamento e o nível previsto em projeto para o bloco de coroamento da estaca.

2ª Operação: Procede-se, em seguida, à perfuração até a cota de projeto com ferramentas específicas, conforme as características das camadas do terreno a atravessar. Nesta fase o material escavado deverá ser cuidadosamente examinado e confrontado com os relatórios de sondagens efetuadas.

3ª Operação: Completada a perfuração, procede-se a lavagem da camisa metálica e a colocação da armadura, manualmente ou por meio de guindaste auxiliar. Desta feita, especial atenção deverá ser dedicada ao correto dimensionamento e posicionamento dos afastadores da armadura.

4ª Operação: Nesta fase, procede-se a colocação do tubo de concretagem, através do qual é efetuada a injeção da argamassa, até o total preenchimento do fuste.

5ª Operação: Execução cíclica do processo de pressurização e complementação da argamassa, simultaneamente a remoção do tubo de proteção, com a conclusão da estaca.

5 MEDIÇÃO

Os serviços serão medidos pelo comprimento entre as cotas da ponta da estaca e do arrasamento, por metro linear de estaca realmente cravada.

6 PAGAMENTO

As estacas serão pagas ao preço unitário proposto pelo seu comprimento em metros.

No preço unitário fica incluído o corte das estacas e a perda do seu excesso, inclusive do tubo metálico, se for o caso.

Também ficam incluídos no preço unitário ensaios de prova de carga, a critério da Fiscalização.

EC-AO-03 – FUNDAÇÕES EM TUBULÕES

1 OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

Estas instruções têm por objetivo fixar as diretrizes para o controle da execução de tubulões para as obras a cargo do DNIT.

2 NORMALIZAÇÃO COMPLEMENTAR

Completam essas Instruções:

- NBR-6122 (ABNT) – Projeto e Execução de Fundações
- NBR-6118 (ABNT) – Projeto e Execução de Concreto Armado
- Portaria 73/59 do Ministério do Trabalho.

3 PROCEDIMENTOS E ATRIBUIÇÕES DA FISCALIZAÇÃO

3.1 TUBULÕES A CÉU ABERTO

Os tubulões a céu aberto deverão ser executados com camisa de concreto armado para dar segurança ao operário durante a escavação e permitir a utilização de equipamentos de ar comprimido quando necessário.

A concretagem da base e do núcleo só poderá ser realizada após liberadas a cota de assentamento, as dimensões da base e verificadas as tolerâncias de execução.

3.2 TUBULAÇÕES A AR COMPRIMIDO

Na execução de tubulões a ar comprimido deverão ser tomados cuidados especiais com respeito ao tempo de serviço em que os operários irão trabalhar sob compressão, bem como ao processo de compressão e descompressão.

Para que os trabalhos sob pressão possam ser executados, a Construtora deverá tomar as seguintes providências:

- a) Equipe permanente de socorro médico para pronto atendimento;
- b) Câmara de recompressão equipada, disponível na obra;
- c) Compressores e reservatórios de ar comprimido de reserva;

- d) Renovação de ar garantida, sendo ar injetado em condições satisfatórias para o trabalho humano.

Os trabalhos a ar comprimido não devem ultrapassar a pressão de 3,516 kgf/cm².

A duração máxima de serviços sob ar comprimido bem como números de períodos de trabalho e tempo de interrupção entre períodos é determinada pela Norma Regulamentadora n° 15, Anexo 16, da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho, transcritos na tabela a seguir:

MÁXIMA PRESSÃO RELATIVA (kgf/cm ²)	COLUNA DE ÁGUA CORRESPONDENTE (m)	TEMPO DE TURNO DE TRABALHO (HORAS)	TEMPO TOTAL DE TRABALHO (HORAS)	TEMPO DE DESCANSO (HORAS)	TEMPO DE DESCOMPRESSÃO (MINUTOS)
1,26	12,5	4	8	0,5	9
1,82	18,4	3	6	1	18
2,32	23,2	2	4	2	33
3,02	30,3	1	2	4	43
3,50	35,1	0,5	1	6	50

O tubulão não pode ser comprimido antes que o concreto da camisa atinja resistência satisfatória.

A concretagem da base e do núcleo só poderá ser realizada após liberadas a cota de assentamento, as dimensões da base e verificadas as tolerâncias de execução.

3.3 CONCRETO

O concreto a ser utilizado na confecção das camisas e no preenchimento das bases e núcleos deve ser dosado para obter a resistência característica determinada pelo projeto.

A resistência característica deverá ser comprovada através de rompimento de corpos de prova cuja amostragem será feita através de 1 exemplar de 2 corpos de prova para cada 8 metros de camisa e 1 exemplar por tubulão para o conjunto núcleo e base, até formar o lote estatístico determinado pelo controle sistemático estabelecido pela NBR-6118 da ABNT.

3.4 TOLERÂNCIA

A Fiscalização deverá verificar o correto posicionamento do eixo do tubulão antes de iniciar a escavação.

As tolerâncias a serem observadas quanto ao desvio de locação e desaprumos são as dispostas no item 8.6 da NBR-6122 da ABNT.

Na verificação do conjunto dos tubulões dever-se-á sempre ser considerado os desvios de locação e/ou as diferenças de inclinação de cada tubulão.

3.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No caso de tubulões vizinhos assentes em cotas diferentes, a reta que passa pelos bordos dos tubulões deverá fazer com a vertical um ângulo sempre superior a 60° para solos e 30° para rocha. A fundação situada em cota mais baixa deverá ser executada em primeiro lugar.

Não será permitido o trabalho simultâneo na execução de bases de tubulões adjacentes de um mesmo apoio.

A camisa deverá ser escorada convenientemente interna ou externamente durante o trabalho de alargamento de base para evitar sua descida.

Deve-se evitar que entre o término da execução do alargamento da base e sua concretagem decorra tempo superior a 24 horas. Caso isso ocorra, deverá ser feita nova liberação da cota de assentamento.

O concreto para execução das bases e núcleos deverá ser lançado com os cuidados necessários a fim de evitar a segregação dos materiais, ou danos à superfície inferior da base.

3.6 LIBERAÇÕES

3.6.1 Cota de Assentamento

A liberação da cota de assentamento da base será feita pela Fiscalização após verificar se a capacidade de suporte do solo nesta cota é igual ou superior a tensão indicada no projeto.

3.6.2 Concretagem de Base

As bases devem ser dimensionadas de maneira a evitar alturas superiores a 2 metros, que excepcionalmente poderão ser aceitas se forem devidamente justificadas. Elas devem ser embutidas no mínimo 20 cm no material idêntico ao da cota de assentamento. Devem ainda ter o ângulo entre a linha que liga a extremidade da base com a extremidade inferior da camisa e a horizontal de 60° para que dispense a necessidade de armação.

As bases devem ser liberadas individualmente e concretadas até uma altura de 1,5 m acima da face. Para tubulões com desaprumos superiores a 3% elas só poderão ser liberadas após a verificação de conjunto dos tubulões.

A concretagem das bases fica também condicionada à verificação de conjunto nos seguintes casos:

- a) Tubulões que apresentam desalinhamentos de geratrizes (joelhos);
- b) Tubulões com desaprumos maiores 1% em terrenos de pequena contenção lateral (argilas moles, encostas íngremes (1:1) e tubulações no leito dos rios).

Para evitar que a água danifique o concreto fresco da base, o equipamento de ar comprimido deverá ser mantido ligado e/ou o núcleo preenchido com água, no mínimo durante as primeiras 24 horas após a concretagem.

3.6.3 Concretagem do Núcleo

Os núcleos dos tubulões em um mesmo apoio só poderão ser concretados após conclusão de todos os tubulões deste apoio e liberados pela Fiscalização.

Caso haja um ou mais tubulões com desaprumos superiores a 1%, a liberação fica condicionada à verificação de conjunto dos tubulões.

A armadura do núcleo, quando existente, deve ser montada de maneira a que seja suficientemente rígida, de modo a não ser deformada durante o manuseio e concretagem.

Antes da concretagem devem-se limpar internamente as camisas manualmente ou por circulação de água, a fim de garantir a aderência do concreto do núcleo.

3.7 CONTROLE DE EXECUÇÃO

Durante a execução dos tubulões, a fiscalização deverá fazer o preenchimento do “Boletim de Controle de Execução de Tubulões”.

Devem ser anotadas em “Observações” se foi utilizado ar comprimido, e a partir de que profundidade e pressão máxima; consumo de material durante a execução e comparação com o volume previsto; qualidade dos materiais; anormalidades detectadas e as providências tomadas.

Havendo desvio de locação e/ou desalinhamento da geratriz deverá ser apresentado também um croquis mostrando a posição final dos tubulões e o eixo desalinhado de cada tubulão.

3.8 VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS E PROVIDÊNCIAS

Sendo constatado quaisquer irregularidades durante ou após a execução tais como, concreto de baixa resistência, desvios de locação e desaprumos, a Fiscalização deverá exigir da Construtora comprovação de que os tubulões, sobre os quais recaem dúvidas atendem as solicitações de projetos.

Caso a Fiscalização julgar essa comprovação insuficiente, todo e qualquer serviço que tenha que ser executado tais como substituição, execução de tubulações adicionais e reforço do bloco de coroamento, será realizado por conta e custo da Construtora, sem qualquer ônus para o DNIT.

A liberação do conjunto de tubulões de um apoio para execução de bloco de coroamento será feita, após exame da Fiscalização de todos os dados de execução e sanados eventuais defeitos ocorridos.

4 MEDIÇÃO

Os Tubulões serão medidos respectivamente por metro linear de fuste e por metro cúbico de material escavado na base alargada.

5 PAGAMENTO

Os tubulões serão pagos pelos preços unitários propostos para os serviços de execução de fuste e de base alargada.

EC-OA-04 - CONCRETO E ARGAMASSAS

1 GENERALIDADES

Todo concreto tem que ser dosado de acordo com as Normas Brasileiras da ABNT, tendo em vista sua aplicação e controle tecnológico. Especial atenção deve ser dada aos agregados e ao fator água/cimento, que é intimamente ligado à resistência e trabalhabilidade da massa.

2 DEFINIÇÃO

Concreto e argamassa são misturas em proporção pré-fixadas de um aglutinante – cimento Portland com água e agregado – de tal modo que venha formar uma massa homogênea e de consistência mais ou menos plástica e que endureça com o tempo.

3 MATERIAIS

3.1 CIMENTO

Não havendo indicação em contrário, o cimento a empregar será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer às prescrições das NBR 5732, NBR 5735 e NBR 5736 da ABNT. Caberá à Fiscalização aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir apresentação de certificado de qualidade, quando julgar necessário. Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original. O cimento deverá ser armazenado em local seco e abrigado, por tempo e forma de empilhamento que não comprometam sua qualidade. Será permitido o uso de cimento de uma única procedência. O cimento, em silo, só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a sua qualidade.

3.2 AGREGADOS

Os agregados para a confecção de concreto ou argamassa deverão ser materiais resistentes e inertes, de acordo com as definições abaixo. Deverão ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural por assoalho de madeira ou camada de concreto de cimento.

3.3 AGREGADO MIÚDO

O agregado miúdo é a areia natural quartzosa, de diâmetro menor ou igual a 4,8 mm. Deve ser limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação pertinente.

- Somente mediante autorização da Fiscalização, poderão ser empregadas areias artificiais provenientes de rocha sadia.

3.4 AGREGADO GRAÚDO

Consistirá de pedra britada, seixo rolado britado ou não, de diâmetro máximo superior a 4,8 mm e inferior a 75 mm, isento de partículas aderentes, e não podendo apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação pertinente.

O agregado graúdo será constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros, em proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.

3.5 PEDRA-DE-MÃO

A pedra de mão para concreto ciclópico, de granito ou outra rocha estável, deverá ter qualidade idêntica à exigida para a pedra britada a ser empregada na confecção do concreto.

Deverá ser limpa e isenta de incrustações nocivas e sua máxima dimensão não será inferior a 30 centímetros, nem superior a 2/3 da dimensão mínima do elemento a ser construído.

3.6 ÁGUA

A água para preparação dos concretos e argamassas deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleos, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., e obedecer à Especificação pertinente.

3.7 ADITIVOS

O uso de aditivos, dispersantes, incorporadores de ar, aceleradores, retardadores de pega, etc., só será permitido mediante autorização expressa da Fiscalização.

4 EQUIPAMENTO

Será obrigatório o uso de betoneira, quando o concreto for preparado na obra.

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado, dependerão do tipo e dimensões do serviço a executar. O Executante deverá apresentar a relação detalhada do equipamento a ser empregado na obra, para apreciação e aprovação da Fiscalização, caso o mesmo não seja indicado no projeto, no contrato ou em outro documento relacionado com a execução da obra.

5 EXECUÇÃO

5.1 CONCRETO

5.1.1 Dosagem

O concreto consistirá na mistura de cimento Portland, agregados, água e eventualmente aditivos.

O concreto, para fins estruturais, deverá ser dosado racionalmente a partir da tensão de ruptura estabelecida no projeto, do tipo de controle do concreto e das características físicas dos materiais componentes. O Executante não poderá alterar esta dosagem sem autorização expressa da Fiscalização, devendo adotar as medidas necessárias à sua manutenção.

Serão consideradas também, na dosagem dos concretos, condições peculiares, como impermeabilização, resistência ao desgaste, ação de águas agressivas, aspectos das superfícies, condições de colocação, etc.

O concreto para outros fins que não o estrutural, ou que não se destine a um emprego que requeira características especiais, poderá ser dosado empiricamente, devendo, neste caso, satisfazer às exigências da NBR 6118, da ABNT.

A operação de medida dos materiais componentes do traço deverá, sempre que possível, ser realizada "em peso", em instalações gravimétricas, automáticas ou de comando manual, prévia e corretamente aferidas.

Quando a dosagem do concreto for por processo volumétrico, deverão ser empregados caixotes de madeira ou de metal, de dimensões corretas, indeformáveis pelo uso, e corretamente identificados em obediência ao traço fixado.

Quando da operação de enchimento dos caixotes, o material não poderá ultrapassar o plano da borda, não sendo permitida, em hipótese alguma, a formação de abaulamentos, para o que deverá ser procedido sistematicamente o arrasamento das superfícies finais.

Atenção especial deverá ser dada à medição da água de amassamento, devendo ser previsto dispositivo de medida capaz de garantir a medição do volume de água com um erro inferior a 3% do fixado na dosagem.

5.1.2 Preparo

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto para emprego imediato, quando preparado em outro local, e transportado.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela Fiscalização e somente será permitida a mistura manual em casos de emergência, com a devida autorização da Fiscalização, desde que seja enriquecida a mistura, com pelo menos 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento.

Os materiais serão colocados no tambor de modo que uma parte da água de amassamento seja admitida antes dos materiais secos; a ordem de entrada na betoneira será: parte do agregado graúdo, cimento, areia, e o restante da água de amassamento e, finalmente, o restante do agregado graúdo. Os aditivos deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes do seu lançamento no tambor, salvo recomendação de outro procedimento, pela Fiscalização.

O tempo de mistura, contado a partir do instante em que todos os materiais tiverem sido colocados na betoneira, dependerá do tipo da betoneira e não deverá ser inferior a:

- Para betoneiras de eixo vertical: 1 minuto
- Para betoneiras basculantes: 2 minutos
- Para betoneiras de eixo horizontal: 1,5 minutos

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido

parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados ou rejeitados não será permitido.

Todos os dispositivos, destinados à medição para preparo do concreto, deverão estar sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos deste item.

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. O concreto que estiver parcialmente endurecido, não deverá ser remisturado.

5.1.3 Transporte

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro de serviço em caminhões apropriados, dotados de betoneiras. O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo a que a concretagem seja feita continuamente, a não ser quando retardada pelas operações próprias da concretagem. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado e em caso algum deverão exceder 30 minutos.

A menos que de outro modo, autorizado por escrito, pela Fiscalização, o caminhão misturador, dotado de betoneira, deverá ser equipado com tambor giratório, impermeável, e ser capaz de transportar e descarregar o concreto sem que haja segregação. A velocidade do tambor giratório não deverá ser menor que duas nem maior que seis rotações por minuto.

O volume do concreto não deverá exceder à indicação do fabricante ou aos 80% da capacidade do tambor.

O intervalo entre a colocação de água no tambor e a descarga final do concreto da betoneira não deverá exceder de meia hora. Durante este intervalo, a mistura deverá ser removida, de modo contínuo, uma vez que não será permitido o concreto permanecer em repouso, antes de seu lançamento, por tempo superior a trinta minutos.

As carrocerias dos caminhões transportadores deverão ser lisas, metálicas e equipadas com comportas que permitam o controle da descarga do concreto sem provocar segregação.

Deverão ser providenciadas capas de proteção para abrigar o concreto durante o transporte, quando se fizer necessário.

O caminhão transportador deverá permitir a entrega de concreto, no canteiro de serviço, completamente misturado e uniforme.

Nos casos de transporte em caminhões-betoneiras, admite-se um tempo máximo de transporte de cinqüenta minutos.

5.1.4 Lançamento

O lançamento do concreto só poderá ser iniciado após o conhecimento dos resultados dos ensaios, mediante autorização da Fiscalização. Para isto, será necessário também, verificar se a armadura está montada na posição exata, e as formas, quando de madeira, forem suficientemente molhadas, e se, de seu interior, foram removidos os cavacos de madeira, serragem e demais resíduos das operações de carpintaria.

O lançamento do concreto de uma altura superior a dois metros, bem como o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e o seu posterior deslocamento, ao longo das formas, não serão permitidos.

Calhas, tubos ou canaletas poderão ser usadas como auxiliares no lançamento do concreto. Deverão estar dispostos e serem usados de modo que eles próprios não provoquem segregação do concreto.

Todas as calhas, canaletas e tubulações deverão ser mantidas limpas e isentas de concreto endurecido, devendo ser preferencialmente feitas ou revestidas com chapas metálicas.

O lançamento do concreto sob água deverá ser realizado com supervisão direta da Fiscalização e somente deverá ser empregado concreto cuja tensão de ruptura à compressão não seja inferior a 30 MPa com 20% de excesso de cimento. Para evitar segregação, o concreto será cuidadosamente colocado em sua posição final, em massa compacta, por meio de um funil ou de uma caçamba fechada, de fundo móvel ou, por outros meios aprovados, e não deve ser perturbado depois de ter sido depositado.

Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a água parada no local do lançamento. O concreto não deverá ser colocado diretamente em contato com água

corrente. O método de lançar o concreto deverá ser regulado de modo a que sejam obtidas camadas aproximadamente horizontais.

Quando for usado um funil, este deverá consistir de um tubo de mais de 25 centímetros de diâmetro, construído em seções acopladas umas às outras, por flanges providas de gaxetas. O modo de apoiar o funil deverá permitir movimentos livres da extremidade de descarga e seu rebaixamento rápido, quando necessário, para estrangular ou retardar o fluxo. O funil deverá ser enchido por um método que evite a lavagem do concreto. O fluxo de concreto deverá ser contínuo até o término do trabalho.

5.1.5 Adensamento de Concreto

O concreto deverá ser bem adensado dentro das formas, mecanicamente, usando-se para isto vibradores de tipo e tamanho aprovados pela Fiscalização, com uma frequência mínima de 3.000 impulsos por minuto. Somente será permitido o adensamento manual em caso de interrupção no fornecimento de força motriz aos aparelhos mecânicos empregados, e por período de tempo mínimo indispensável ao término da moldagem da peça em execução, devendo-se, para este fim, elevar o consumo de cimento de 10%, sem que seja acrescida a quantidade de água de amassamento.

Para a concretagem de elementos estruturais, serão empregados, preferivelmente, vibradores de imersão com diâmetro da agulha vibratória adequado às dimensões da peça, ao espalhamento e à densidade de ferros da armadura metálica, a fim de permitir a sua ação em toda a massa a vibrar, sem provocar por penetração forçada, o afastamento das barras de suas posições corretas.

A posição correta de emprego de vibradores de imersão é a vertical, devendo ser evitado seu contato demorado com as paredes das formas ou com as barras da armadura, assim como sua permanência demasiada em um mesmo ponto, o que poderá causar refluxo excessivo da pasta em torno da agulha.

O afastamento de dois pontos contínuos de imersão do vibrador deverá ser de no mínimo 30 cm.

A consistência dos concretos deverá satisfazer às condições de adensamento com a vibração e a trabalhabilidade exigidas pelas peças a moldar.

5.1.6 Juntas

5.1.6.1 Juntas de Construção (Juntas Frias)

Considera-se como junta fria, a junta de concretagem programada, ou aquela que pode ocorrer acidentalmente durante o lançamento do concreto.

No primeiro caso, sua posição detalhada deverá constar do plano de concretagem da Executante, no segundo caso, a presença da junta acidental é constatada no momento em que um vibrador funcionando não penetra pelo seu próprio peso através da superfície da camada de concreto, exigindo, para o restabelecimento da continuidade do processo construtivo, cuidados especiais para obtenção de suficiente aderência mecânica.

As operações de manipulação do concreto junto às superfícies horizontais das camadas deverão ser as mínimas necessárias para produzir não só o adensamento requerido como também uma superfície rugosa, que permite sua aderência à camada superposta.

Não será permitida vibração superficial ou qualquer outra ação, que possa tornar excessivamente lisa a superfície de camadas horizontais, sobre as quais será lançada outra camada.

As “juntas frias” nunca deverão ser posicionadas em locais onde as tensões tangenciais sejam elevadas e não haja armaduras suficientes para absorvê-la.

As regras gerais para o bom preparo das “juntas frias” são as seguintes:

- Retirada da calda ou nata de cimento da superfície, proveniente da subida, por ocasião da vibração de ar, água, cimento e agregados miúdos. Esta retirada deverá ser feita 4 a 12 horas após a concretagem, com jato de ar e/ou água até uma profundidade de 5mm e o aparecimento do agregado graúdo que deverá ficar limpo;
- Esta limpeza deverá repetir-se 24 horas antes da retomada da concretagem para a retirada do pó e dos resíduos, bem como da película superficial hidratada do concreto e carbonatada pela água, depositados na aspereza da superfície;
- Para juntas onde se requer estanqueidade completa, a critério da Fiscalização, o corte do concreto deverá ser feito com jato de areia e água, horas antes do reinício da nova etapa de lançamento, seguido de completa lavagem. A idade do

concreto já existente deve ser superior a 15 horas, e apresentar resistência suficiente para evitar que o agregado graúdo se destaque da superfície tratada.

- Durante as 24 horas que precedem a retomada da concretagem, a superfície deverá ser saturada de água, para que o novo concreto não tenha sua água de mistura, retirada pela absorção do concreto velho. Deverão ser evitadas eventuais poças d'água.
- Ao se retomar a concretagem, deverá ser colocada de 1 a 2 centímetros de espessura da argamassa com o mesmo traço do concreto porém sem o agregado graúdo. Esta camada servirá para evitar formação de vazios entre o agregado graúdo e o concreto velho, ficando sempre uma camada de ligação entre eles. A utilização de traço com elevado 'slump', deverá ser evitada por determinar junta frágil, com muita porosidade.
- Colocar o concreto novo sobre o velho com especial cuidado, no sentido de evitar a formação de bolsas de pedras, provenientes da falta de homogeneidade devido à mistura deficiente, transporte e colocação irregulares;
- No caso de paredes ou outros elementos em que não seja aconselhável o uso de qualquer jato para limpeza das superfícies endurecidas, as formas deverão ser executadas até o nível da junta. O enchimento das formas deverá ser feito até 3cm acima desse nível, fazendo-se a remoção do excesso no início do endurecimento. O acabamento poderá ser feito por meio de escovas de pelo duro, ou qualquer outro meio manual adequado.
- Será efetuada a completa remoção do concreto defeituoso, das concentrações de nata e argamassa fraca, manchas e quaisquer materiais indesejáveis, completando-se com a lavagem cuidadosa da superfície do concreto, a fim de eliminar todos os materiais soltos.
- No caso de uso de adesivos, as instruções do fabricante deverão ser obedecidas, e o reinício da concretagem deverá ocorrer antes que o adesivo inicie seu endurecimento e/ou polimerização.

5.1.6.2 Juntas de Dilatação e Retração

As juntas de dilatação e retração deverão ser construídas segundo os detalhes do projeto.

Qualquer peça de aço ou outro material de coeficiente de dilatação diferente do concreto, que atravesse uma junta de dilatação ou retenção, deverá ser provido de dispositivo especial de expansão.

Qualquer quantidade de concreto, que eventualmente transborde sobre as formas e altere a seção da junta, deverá ser removida cuidadosamente.

Durante a concretagem, o material de vedação das juntas deverá ser mantido rigorosamente em sua posição.

A Executante deverá substituir e consertar quaisquer juntas que tenham sido danificadas durante a operação de concretagem.

As juntas não indicadas no projeto e que sejam necessárias a um eficiente plano de concretagem deverão ser estudadas pela Fiscalização.

5.1.7 Cura e Proteção

O concreto, a fim de atingir sua resistência total, deverá ser curado e protegido eficientemente contra o sol, o vento e a chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de sete dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário. Para o concreto protendido, a cura deverá prosseguir até que todos os cabos estejam protendidos. Sendo usado cimento de alta resistência inicial, este período pode ser reduzido.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade da usada para a mistura do concreto. A cura por membrana pode ser aplicada desde que previamente aprovada pela Fiscalização.

5.2 CONCRETO CICLÓPICO

Onde for necessário o emprego de concreto ciclópico, deverá ser adicionado a um concreto preparado como antes descrito, um volume de 30% de pedras de mão.

Nenhum concreto a ser empregado em concreto ciclópico deverá ter tensão de ruptura à compressão inferior a 11 MPa.

As pedras de mão deverão ser distribuídas de modo que sejam completamente envolvidas pelo concreto, não tenham contato com pedras adjacentes e não possibilitem a formação de vazios. Deverão ficar no mínimo 5 cm afastadas das formas.

5.3 ARGAMASSA

Salvo autorização em contrário, dada pela Fiscalização, as argamassas deverão ser preparadas em betoneiras. Sendo permitida a mistura manual, a areia e o cimento deverão ser misturados a seco até a obtenção de mistura com coloração uniforme, quando então será adicionada a água necessária à obtenção da argamassa de boa consistência, de modo a permitir o manuseio e espalhamento fácil com a colher de pedreiro. A argamassa que não tiver sido empregada dentro de 45 minutos após a sua preparação será rejeitada, não sendo permitido o seu aproveitamento, mesmo que a ela seja adicionado mais cimento.

As argamassas destinadas ao nivelamento das faces superiores dos pilares e preparo do berço dos aparelhos de apoio serão de cimento e areia, com resistência aos 28 dias de 25 MPa.

Para as alvenarias de pedra, as argamassas terão o traço em peso, de cimento e areia, de 1:3.

6 CONTROLE

6.1 CONCRETO

Para garantia da qualidade do concreto a ser empregado na obra, deverão ser efetuados, inicialmente, ensaios de caracterização dos materiais.

Os ensaios de cimento deverão ser feitos em laboratório, obedecendo ao que preceituam as NBR 7215 e NBR 5740 da ABNT. Quando existir garantia de homogeneidade de produção para determinada marca de cimento (certificados de produção emitidos por laboratório ou marca de conformidade da ABNT), não será necessária a realização freqüente de ensaios de cimento.

Quando for conveniente o emprego de cimento de outra qualidade que não o Portland comum, deverá haver autorização expressa da Fiscalização, devendo o material empregado atender às prescrições da ABNT.

Em cada 50 sacos de uma partida de cimento, deverá ser pesado um para verificação de peso. Caso seja encontrado saco com peso inferior a 98% do indicado no saco, todos os demais deverão ser pesados, a fim de que sejam corrigidos os seus pesos antes de seu emprego.

Os agregados miúdo e graúdos deverão obedecer, respectivamente, ao prescrito nas Especificações pertinentes.

O controle de água se faz também necessário desde que apresente aspecto ou procedência duvidosa, conforme preceitua a NBR-6118, da ABNT.

A dosagem racional deverá ser feita em laboratório tecnológico, por método baseado na relação água/cimento, mediante conhecimento prévio da Fiscalização.

O controle de qualidade do concreto deverá ser feito em três fases, a saber:

6.1.1 Controle de Execução do Concreto

Tem a finalidade de assegurar, durante a execução do concreto, o cumprimento dos valores fixados na dosagem, sendo para isto, indispensável o controle gravimétrico do traço, da umidade dos agregados da composição granulométrica dos agregados e do consumo de cimento, para a introdução das correções que se fizerem necessárias à manutenção da dosagem recomendada.

A freqüência das operações de controle acima indicadas, é função do tipo da obra e do volume de concreto a executar; deverá ficar a critério da Fiscalização, e ser capaz de assegurar a continuidade da qualidade exigida.

6.1.2 Controle de Verificação de Resistência Mecânica

Tem por finalidade verificar se o concreto foi convenientemente dosado de modo a assegurar a tensão mínima de ruptura fixada no cálculo. Este controle será feito pela ruptura de corpos de prova cilíndricos de concreto, de acordo com a NBR-12655 da ABNT.

O número de corpos de prova a serem moldados nunca será inferior a quatro para cada trinta metros cúbicos de concreto. Deverão também ser moldados pelo menos quatro corpos de prova sempre que houver modificação do traço ou do tipo de agregado.

6.1.3 Controle Estatístico dos Resultados

Com os resultados obtidos de, pelo menos 16 ensaios, ou seja, 32 corpos de prova, procede-se à determinação do coeficiente de variação do canteiro de serviço.

O traçado do gráfico de controle dos resultados permitirá uma visão de conjunto dos valores obtidos e a observação das dispersões que ocorrem na qualidade da execução do concreto.

Para fins de classificação do tipo de canteiro de serviço que o Executante estiver mantendo na obra, deverá ser empregado o seguinte critério:

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	CONTROLE DE EXECUÇÃO
< 10	Excelente
10 a 15	Bom
15 a 20	Regular
> 20	Fraco

Com os valores dos coeficientes de variação do canteiro de serviço, diretamente determinados, e da tensão de ruptura fixada no cálculo, determina-se a tensão de dosagem apropriada e procede-se ao ajustamento dos traços empregados, ficando a critério da Fiscalização a necessidade ou não de serem feitos novos estudos de dosagem racional.

A freqüência do controle estatístico deverá ser determinada pela Fiscalização.

6.2 CONCRETO CICLÓPICO

O concreto a ser empregado em concreto ciclópico deverá ser submetido a controle no item 6.1

6.3 ARGAMASSA

As argamassas serão controladas pelos ensaios de qualidade da água e da areia.

6.4 ACEITAÇÃO DE ESTRUTURA

A Fiscalização exigirá da Executante, relatórios periódicos por obra, ou por etapa de obra, interpretando os certificados de verificação de resistência escolhido de tal forma que possam ser verificadas se foram satisfeitas as condições quanto a qualidade e resistência do concreto.

Assim, a estrutura de obra será aceita automaticamente se: $f_{ck\ est} \geq f_{ck}$ (o valor estimado da resistência característica do concreto à compressão deverá ser maior ou igual à resistência característica do concreto a compressão).

Caso ocorra $f_{ck\ est} < f_{ck}$ a decisão a tomar será baseada nas verificações recomendadas pelo item 16.2 da NBR-6118.

7 MEDIÇÃO

7.1 CONCRETO

O concreto, seja ele simples ou ciclópico, será medido por metro cúbico de concreto lançado no local, volume que será medido em função das dimensões indicadas no projeto ou, quando não houver indicação no projeto, pelo volume medido no local de lançamento, pela Fiscalização.

7.2 ARGAMASSA

A argamassa será medida por metro cúbico de argamassa aplicada, em função das dimensões indicadas no projeto.

8 PAGAMENTO

8.1 CONCRETO

O concreto será pago ao preço unitário proposto e deverá incluir o custo do fornecimento dos materiais, preparo, mão-de-obra, utilização de equipamento, ferramentas, transportes, lançamento, adensamento, cura e qualquer outro serviço necessário à concretagem.

8.2 ARGAMASSA

A argamassa será paga ao preço unitário proposto.

Quando se tratar de alvenaria de pedra argamassada ou outro qualquer tipo de alvenaria com rejuntamento, o seu custo deverá estar incluído no da alvenaria.

EC-OA-05 - FORMAS E CIMBRES

1 GENERALIDADES

As peças em concreto de cimento Portland precisam ser moldadas; para isto, executam-se formas que podem ser dos mais variados tipos de materiais, sendo as mais comuns aço e madeira.

Em ambos os tipos de materiais ou em qualquer outro tipo, a rigidez da forma é fundamental para que não haja deformações nas dimensões da peça a ser moldada.

Algumas vezes, as peças a serem moldadas estão elevadas em relação ao terreno natural. Assim, o conjunto forma e cimbres - escoramento - deve ser rígido e sólido, de modo a suportar, sem deformações, todas as operações, desde a colocação de armadura até a concretagem. O bom acabamento das superfícies das formas em contato com o concreto é fundamental. Além destas especificações particulares deverão ser obedecidas as prescrições das ES-333/97- Fôrmas e ES-337/97 – Escoramentos do DNIT/IPR.

2 DEFINIÇÃO

Formas são moldes para execução de peças em concreto de cimento Portland. Os cimbres são o conjunto molde-forma e suporte-escoramento, usados nas peças em concreto de cimento Portland, situados acima do terreno natural ou de fundação.

3 MATERIAIS

3.1 FORMAS

As formas poderão ser de madeira ou metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, que possam vir a influir na forma, dimensão ou acabamento das peças de concreto a que sirvam de molde.

Revestimentos de chapas metálicas, fórmica, ou chapas de madeira compensada à prova d'água, poderão ser adotados, objetivando o melhor aspecto das peças a serem moldadas.

3.2 CIMBRES

O cimbra das estruturas em execução, deverá ser constituído de peças de madeira ou peças metálicas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis.

Em casos especiais, será exigido pela Fiscalização, projeto de cimbramento que é de responsabilidade da Executante.

Este projeto com detalhes de construção e cálculos justificativos, será submetido à aprovação da Fiscalização, com antecedência necessária, podendo ou não ser aceite.

4 EQUIPAMENTO

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensão de cada serviço a executar. O Executante deverá apresentar a relação detalhada do equipamento a ser utilizado em cada obra, ou conjunto de obras.

5 EXECUÇÃO

6 FORMAS

As formas deverão ser construídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões do projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Deverão ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto.

As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas deverão ser verificadas cuidadosamente. Deverão ser removidos do interior das formas todo pó de serra, aparas de madeira e outros restos de material. Em pilares, nos quais o fundo é de difícil limpeza, devem deixar aberturas provisórias para facilitar esta operação.

- As juntas das formas deverão obrigatoriamente ser vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou de água.

Nas formas para superfícies à vista, o material deve ser madeira compensada, chapas de aço ou tábuas revestidas com lâminas de compensado, fórmica ou folhas metálicas. Para superfícies que não fiquem aparentes, o material utilizado pode ser a madeira comumente usada em construções (tábuas de pinho do Paraná de 3ª, por exemplo).

Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas.

Salvo indicação em contrário, todos os cantos externos e bordas aparentes, das peças a moldar, deverão ser chanfrados, por meio da colocação de uma tira de madeira na forma. Esta tira deverá ter, em seção transversal, o formato de um triângulo retângulo isósceles, cujos lados iguais devem medir 2 centímetros. Nas formas das estacas pré-moldadas, é obrigatório o emprego de chanfros, desde que sua seção transversal seja um quadrilátero.

As uniões das tábuas, folhas de compensado, fórmicas ou chapas metálicas, deverão ter juntas de topo e repousar sobre nervuras ou presilhas suportadas pelas vigas de contraventamento.

As braçadeiras de aço para as formas, deverão ser construídas e aplicadas de modo a permitir a sua retirada sem danificar o concreto.

As formas de madeira poderão ser reutilizadas, desde que aprovadas pela Fiscalização, estejam em bom estado, desempenadas, inteiramente limpas e sem bordas quebradas ou danificadas, e análogas em todos os pontos de vista às formas feitas com madeira nova.

O prazo para desmoldagem será o previsto pela NBR-6118, da ABNT.

O produto empregado para facilitar a remoção das formas não deverá deixar manchas no concreto aparente a sua aplicação nas formas deverá ser feita antes da colocação da armadura.

7 CIMBRES

O cimbramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações. Para isto, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos à flexão, bem como adotados contraventamentos para obtenção da rigidez necessária.

Os escoramentos deverão ser calculados para suportar o peso próprio total, acrescido do peso total do concreto fresco ($\gamma = 2,6 \text{ tm}^3$) e uma sobrecarga de pelo menos 200 Kg/m².

As deformações, devido às cargas nos escoramentos, serão determinadas com a maior aproximação possível, a fim de ser dada a contra-flecha necessária.

Cuidados especiais devem ser tomados nos apoios do escoramento (cunhas de madeira dura, caixas de areia, parafusos especiais etc), para permitir um ajuste, bem como um descimbramento suave e uniforme.

Como norma, o contraventamento se fará por triangulação, devendo os elementos ter disposição tal que não haja flexão nos apoios de escoramentos tubulares. Este fato é no caso, da maior importância.

As peças verticais serão contraventadas por meio de elementos longitudinais e transversais, fixados às mesmas por meio de talas, devendo haver apoio perfeito das vigas nos seus suportes.

As vigas e demais peças de madeira terão comprimentos adequados, podendo ser mais longos em pontos em que tal fato não cause transtornos.

Salvo em elementos secundários, as emendas serão feitas exclusivamente com parafusos e porcas. Não será permitida, em caso algum, a utilização de braçadeiras.

Os pregos deverão ter um comprimento igual a duas vezes e meia a espessura das tábuas que fixarem.

Tábuas destinadas ao trânsito de carros-de-mão ou similares se apoiarão nos escoramentos e nunca nas formas ou armaduras.

Os acessos serão feitos em forma de passarelas, solidamente construídas ou escadas inclinadas. Para alturas inferiores a 5,00 m, escadas de estabilidade já comprovada poderão ser utilizadas.

As passarelas terão largura de 0,80 e, quando tiverem inclinação superior a 1:5, deverão ser colocadas peças transversais, espaçadas de 0,5 m no máximo. A inclinação máxima admitida para as rampas será de 35°.

As escadas de madeira devem ser construídas com madeira resistente e peças retas, sendo proibida a fixação dos degraus unicamente com pregos.

Andaimes situados mais de 2,00 m acima do terreno natural, assim como passarelas, saídas de escadas etc, deverão ser protegidos com corrimão de tubos ou tábuas com 1,00 m de altura.

A estabilidade dos escoramentos será verificada periodicamente, principalmente após interrupções longas das obras ou após temporais. Especial atenção deverá ser dada aos elementos de ligação.

O descimbramento deverá ser feito de modo suave e uniforme, de acordo com o Plano que deverá ser apresentado pela Executante e devidamente estudado para atuação simultânea dos dispositivos utilizados nessa operação.

A desmontagem e remoção dos escoramentos devem ser realizadas sem golpes ou vibrações. Devem ser ainda obedecidas às prescrições de PRO 207/94 do DNIT / IPR.

Quando o terreno natural for rochoso ou mesmo de uma boa consistência, sem ser suscetível à erosão ou ao desmoronamento, o cimbramento poderá apoiar-se diretamente sobre o mesmo no caso de rocha, ou sobre pranchões dispostos horizontalmente ou bases de concreto, no outro caso.

Caso o terreno natural não tenha a capacidade de suporte necessária, deverão ser cravadas estacas para apoio do cimbramento.

8 CONTROLE

O controle dos serviços de execução de formas e cimbres, assim como o estabelecimento das tolerâncias a serem admitidas, caberá à Fiscalização, objetivando a boa técnica e a perfeição dos serviços.

A critério da Fiscalização, o controle das deformações verticais do cembre, no decorrer da concretagem, deverá ser feito com a instalação de deflectômetros, ou com nível de precisão, para que se possa reforçá-lo em tempo hábil, em caso de uma deformação imprevista.

Serão consideradas aceitas as formas e cimbres dentro das especificações fornecidas pela Fiscalização e que apresentem rigidez suficiente para não se deformarem quando submetidas às cargas.

9 MEDIÇÃO

As formas serão medidas por metro quadrado de superfície de forma colocada.

Os cimbres serão medidos pelo volume determinado pela projeção do tabuleiro e altura compreendida entre o infradorso das vigas e lajes e o terreno ou nível d'água, conforme o caso, em metros cúbicos.

10 PAGAMENTO

O pagamento de formas e cimbres será feito com base nos preços unitários propostos para estes serviços.

Em particular, o pagamento das formas do fundo dos blocos sobre o nível d'água do rio, deverá incluir a execução do escoramento destas formas.

EC-OA-06 - ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO

1 GENERALIDADES

As armaduras a serem empregadas deverão estar isentas de quaisquer materiais nocivos, antes e depois de colocadas nas formas. As armaduras deverão ser colocadas como indicado no projeto e mantidas em suas posições antes e durante a operação de concretagem.

As barras aparentes – ferros de espera – das juntas de construção deverão ser limpas e isentas de concreto endurecido, antes de ser dado prosseguimento à concretagem. Além destas especificações particulares deverão ser obedecidas as prescrições das NBR-7489, NBR-6152 e NBR-6153 da ABNT, bem como as ES 331/97 e ES 332/97 do DNIT / IPR.

2 DEFINIÇÃO

Armaduras para concreto são barras de aço que imersas em massa de concreto de cimento Portland, formam peças, que de acordo com o projeto, destinam-se a suportar carregamentos pré-estabelecidos dentro de deformações previstas. As armaduras aqui tratadas também são chamadas de armadura frouxa ou passiva.

3 MATERIAIS

3.1 AÇO PARA AS ARMADURAS

A qualidade do aço a empregar, será a especificada no projeto e deverá atender às prescrições da ABNT.

3.2 SOLDA PARA EMENDAS

O eletrodo será constituído de um metal de característica idêntica às do metal da base. Deverá possuir revestimento básico, para opor tendência à fissuração a quente pela absorção do nitrogênio. Os eletrodos devem ser mantidos em lugar seco.

4 EQUIPAMENTOS

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado, dependerão de tipo e dimensões de cada serviço a executar. Assim, o Executante apresentará a relação detalhada do equipamento para cada obra, ou para um conjunto de obras.

5 EXECUÇÃO

5.1 LIMPEZA

As barras de aço destinadas à confecção das armaduras, no momento de seu emprego, deverão estar perfeitamente limpas, retirando-se as crostas de barro, manchas de óleo, graxas e qualquer outro material nocivo.

Quando, a limpeza das barras, for verificada redução da seção transversal devido à corrosão, verificar-se-á se esta redução é compatível com os padrões e tolerâncias exigidas para aceitação, podendo a Fiscalização, exigir novos ensaios ou substituição do material, sem ônus para a Contratante.

As barras que sobressaiam das juntas de construção deverão ser limpas e isentas de concreto endurecido, antes de prosseguir com a concretagem.

5.2 CORTE E DOBRAMENTO

O corte e dobramento das barras deverão ser executados a frio, de acordo com os detalhes do Projeto e as prescrições da ABNT.

Para isso a Executante deverá utilizar a quantidade e tipo de equipamento necessário à execução dos serviços.

5.3 EMENDAS

As emendas das barras serão sempre por transpasse e deverão ser executadas de acordo com os detalhes de Projeto.

As soldas só poderão ser empregadas excepcionalmente, devendo nestes casos a Executante apresentar o processo a ser utilizado para aprovação da Contratante.

5.4 MONTAGEM E AMARRAÇÃO

A armadura será montada no interior das formas, na posição e espaçamento indicados no Projeto, de tal maneira que suporte, sem deslocamento, as operações de lançamento do concreto. Será permitido para esse fim o uso de arame e tarugos de aço.

As posições corretas das armaduras serão garantidas por espaçadores e suporte, juntamente com as ligações entre as próprias armaduras.

Como regra geral, os espaçadores e suportes serão de concreto com resistência e durabilidade idêntica às do concreto da obra, podendo ser usados espaçadores e suportes metálicos, desde que não fiquem em contato com as formas e sejam aprovados pela Fiscalização.

Não será permitida a colocação de armadura de aço em concreto fresco e não será permitido o reposicionamento das barras quando o concreto estiver em processo de endurecimento.

6 CONTROLE

6.1 CONDIÇÕES GERAIS

Serão consideradas armaduras para concreto armado, unicamente as que satisfizerem a NBR-7480/85 ou a EB-3/85 da ABNT.

As barras não deverão apresentar defeitos prejudiciais, tais como: fissuras, esfoliações, bolhas, oxidação excessiva e corrosão.

Deverão ser rejeitadas as barras que não satisfizerem a esta Especificação. Se a porcentagem de barras defeituosas for elevada de modo a tornar praticamente impossível sua separação e rejeição, todo o fornecimento deverá ser rejeitado.

6.2 TOLERÂNCIA

O diâmetro médio, no caso de barras lisas de seção circular, poderá ser determinada com o auxílio de um paquímetro. No caso de barras com mossas ou saliências, ou de seção não circular, considera-se como diâmetro médio de seção transversal de uma barra de aço fictícia, de seção circular com peso, por metro igual ao da barra examinada (peso específico de aço: 7,85 kg/dm³).

O peso nominal das barras é o que corresponde a seu diâmetro nominal. O peso real das barras com diâmetro nominal igual ou superior a 10 milímetros, deve ser igual a seu peso nominal, com a tolerância de $\pm 6\%$. Para as barras com diâmetro inferior a 10 milímetros, a tolerância é de $\pm 10\%$. Em cada fornecimento de barras, de mesma seção nominal, deve ser verificado se são respeitadas as tolerâncias indicadas.

6.3 AMOSTRAGEM

Cabe ao comprador, em cada fornecimento de barras de mesma seção nominal e da categoria: verificar o peso do material fornecido e se são preenchidas as condições gerais do item 5.1, rejeitando as barras que não as preencham; repartir as barras não rejeitadas em lotes aproximadamente do mesmo peso, de acordo com o critério a seguir indicado, não se permitindo, no entanto, menos de dois lotes; separar ao acaso, de cada lote uma barra, e providenciar a extração de uma das extremidades desta barra, de um segmento com aproximadamente 2 metros de comprimento, o qual será considerado como representativo do lote; efetuar a remessa desta amostra devidamente autenticada, a um laboratório convenientemente aparelhado para execução dos ensaios de recebimento.

O peso de cada lote, expresso em toneladas, será igual a $0,5 \varnothing$, sendo \varnothing o diâmetro nominal expresso em milímetros, arredondando-se este peso para um número inteiro de toneladas. Quando o grupo de barras puder ser identificado como proveniente de uma única corrida de aço, o peso de cada lote poderá ser aumentado para o dobro desses valores.

6.4 ENSAIOS

Cabe ao laboratório, recebida a amostra representativa do lote e verificada a sua autenticidade, submetê-la aos ensaios de tração e dobramento, obedecendo respectivamente as NBR 6152 e NBR 6153, da ABNT, utilizando-se corpos de prova constituídos por segmentos da barra, e tomando-se como área da seção transversal, no caso de barras com mossas ou saliências, a área da seção transversal de uma barra de aço fictícia, de seção circular, que tenha o mesmo peso por metro linear que a barra ensaiada. Ao comprador será fornecido, pelo laboratório, o certificado desses ensaios.

6.5 ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO DO LOTE

Ao comprador compete cotejar para cada lote do fornecimento, os resultados obtidos nos ensaios de recebimento, com as exigências desta Especificação. O lote só será aceito caso todos os ensaios referentes à amostra sejam satisfatórios.

6.5.1 Critérios da Contraprova

Caso um ou mais desses resultados não satisfaçam às referidas exigências, a barra da qual foi retirada a amostra é separada e rejeitada e são retiradas para contraprova, de duas barras do mesmo lote, novas amostras uma de cada barra, as quais serão submetidas aos ensaios a que se refere o item 6.4. O lote será aceito caso todos os resultados dos ensaios referentes às novas amostras sejam satisfatórios. O lote será rejeitado caso qualquer um desses novos resultados não satisfaça às referidas exigências.

Se mais de 20% dos lotes de um fornecimento tiverem de ser rejeitados, o comprador poderá rejeitar todo o fornecimento.

6.5.2 Critério Estatístico

Em casos especiais, mediante acordo entre o comprador e o fornecedor, o critério de aceitação ou rejeição poderá ser o critério estatístico indicado neste item:

- a) O peso de cada lote será igual ao dobro do valor indicado no item 6.3;
- b) De cada lote serão retiradas pelo menos cinco amostras, provenientes de cinco barras escolhidas ao acaso;
- c) O lote será aceito caso todos os ensaios referentes a essas cinco amostras forem satisfatórios;
- d) Caso um ou mais resultados do ensaio de tração não satisfaçam aos requisitos mínimos exigidos por esta Especificação e se todos os ensaios de dobramento forem satisfatórios, serão retiradas outras 5 amostras do lote, para ensaio de tração;
- e) Para cada característica determinada nos dez ensaios de tração assim realizados, será calculado o respectivo valor médio e o desvio padrão;

- f) Será considerado como valor mínimo da referida característica mecânica o valor médio diminuído de 1,65 vezes o desvio padrão;
- g) O lote será aceito caso esse valor mínimo assim definido, seja superior ou igual ao mínimo exigido nesta Especificação; será rejeitado caso esse valor mínimo não satisfaça a essa exigência.

6.6 CONDIÇÕES IMPOSTAS

No ensaio de tração, a amostra deve apresentar tensão de escoamento e alongamento iguais ou superiores aos mínimos fixados no quadro seguinte para a categoria correspondente. A relação entre a tensão de ruptura e a tensão de escoamento, em cada amostra, deverá ser pelo menos igual ao mínimo fixado nesse quadro.

No ensaio de dobramento com o cutelo, pino ou calço, indicado no quadro seguinte, para a categoria correspondente, a amostra deve suportar o dobramento de 180° sem ruptura ou fissuração.

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS EXIGÍVEIS PARA AS BARRAS DE AÇO DESTINADAS ÀS ARMADURAS DE PEÇAS DE CONCRETO ARMADO

CATEGORIA	ENSAIO DE TRAÇÃO			ENSAIO DE DESDOBRAMENTO		DISTINTIVO DA CATEGORIA
	TENSÃO DE ESCOAMENTO	TENSÃO DE RUPTURA	ALONGAMENTO EM 10 Ø	DIÂMETRO DO PINO OU CUTELO (ÂNGULO DE 18°)		COR
	σ_e MÍNIMA Kgf/mm ²	σ_r MÍNIMA Kgf/mm ²	MÍNIMO	a < 25 mm	a ≥ 25 mm	
CA-25	25	1,5 σ_e	18	1Ø	2Ø	Cinzenta
CA-40	40	1,1 σ_e	10	3Ø	4Ø	Vermelha
CA-50	50	1,1 σ_e	8	4Ø	5Ø	Branca
CA-60	60	1,1 σ_e	7	5Ø	6Ø	Azul

Ø - diâmetro da seção transversal de uma barra de aço fictícia, de seção circular, com peso por metro igual ao da barra ensaiada.

7 MEDIÇÃO

As armaduras para concreto armado, serão medidas por quilograma de aço colocado nas formas, de acordo com listas de ferros dos projetos.

8 PAGAMENTO

O pagamento será feito ao preço unitário proposto, estando incluído o fornecimento dos materiais, grampos, tarugos, colocação, utilização de equipamento, ferramentas, transporte e quaisquer outros serviços necessários à execução da armadura.

EC-OA-07 - ARMADURA DE PROTENSÃO, INCLUSIVE BAINHAS

1 GENERALIDADES

Esta Especificação trata do preparo e colocação das armaduras de protensão pós-tradicionadas, constituídas por feixes de fios ou cordoalhas que constituem uma unidade de protensão denominada "Cabo de Protensão", inclusive fornecimento e colocação de bainhas metálicas com a finalidade de facilitar a deformação longitudinal do cabo protendido. Além destas especificações particulares deverão ser obedecidas as prescrições das NBR-6349 e NBR-7483 da ABNT e ES 332/97 do DNIT / IPR.

2 MATERIAIS

2.1 CORDOALHAS

Os cabos serão constituídos por cordoalhas de aço.

2.2 ESPAÇADORES

Os cabos deverão ter seus componentes devidamente espaçados uns dos outros por dispositivos denominados de espaçadores.

Os elementos constituintes de um cabo são geralmente dispostos em círculos, de uma a quatro camadas concêntricas, ou em camadas paralelas, umas sobre as outras.

Para as disposições circulares, os espaçadores são geralmente constituídos por hélices de arames de aço semi-duro de 1,5 a 2,0 mm de diâmetro, colocados no centro do cabo.

Para as disposições em camadas, os espaçadores são constituídos por grelha de arame ou por chapas que servem de guia a cada camada.

2.3 BAINHAS

As bainhas das armaduras de protensão com aderência posterior deverão ser metálicas e capazes de resistir, sem deformação apreciável, à pressão do concreto fresco e aos esforços de montagem. Deverão, ainda, ser estanques à nata ou à argamassa e flexíveis, para se adaptarem à forma exigida para o cabo.

As bainhas podem ser feitas com chapa comum, ou então serem galvanizadas, o que é preferível. Podem ser lisas ou corrugadas.

2.4 PURGADORES

Para evitar a formação de bolsas de água ou ar, devem ser deixados purgadores conforme indicado:

- Nos cabos longos, no mínimo a cada 40 m;
- Nos cabos curvos, em cada ponto alto;
- Nos pontos baixos para possibilitar a saída da água quando a injeção não for realizada logo após a protensão.

Podem ser construídos com tubos metálicos soldados em luvas de bainha ou em meias-canas ajustadas nas bainhas e fixados com fita adesiva e mastique.

É recomendável usar um pedaço de vergalhão no tubo plástico para evitar seu esmagamento durante a concretagem.

Deve-se evitar agrupar todos os tubos plásticos dos purgadores numa mesma seção da peça.

2.5 TROMBETAS

São bainhas mais largas utilizadas junto às ancoragens para a transição bainha/ancoragem.

3 EXECUÇÃO

Os cabos podem ser confeccionados na própria obra sobre soalho de madeira.

Os cabos são isolados do concreto estrutural por meio de bainhas metálicas fabricadas de chapa fina galvanizada, e devem apresentar pontas além da face externa das ancoragens, para permitir a sua fixação aos macacos de protensão. Estas pontas, incluídas nos comprimentos para corte dos cabos no comprimento de 1,0 m em cada extremidade, estão computadas nos quantitativos.

Não será admitido acréscimo de quantitativo devido a perdas por corte que dependem do peso dos rolos ou bobinas e da repartição dos diferentes comprimentos de cabos no projeto. Estas perdas, estimadas em 3%, devem estar incluídas no custo unitário.

Os rolos devem ser estocados em local abrigado para ficarem protegidos contra a oxidação, a pelo menos 30 cm do solo.

Pode ser aplicado óleo solúvel "Dromus - B da Shell" ou similar para proteger os cabos contra a oxidação. A lubrificação dos cabos diminui de 10 a 15% as perdas de protensão devido ao atrito. Todo e qualquer material oleoso, deve ser retirado antes da operação de injeção para que se obtenha a aderência recomendada.

Os óleos devem ser neutros em relação aos aços.

Os cabos devem ser amarrados com arame comum, sendo rebatidos as as pontas, a cada 80 cm. Podem ser soldados numa extremidade a um cabo guia ϕ 10mm para facilitar sua introdução na bainha. Convém ser retiradas as amarrações à medida que o cabo penetre na bainha, evitando que se formem embuchamentos no interior da mesma. Cada cabo deve possuir uma etiqueta de identificação com números do cabo na planta e lote do aço para controlar suas características durante a operação de protensão.

Nos trechos de ancoragem ativa, 80 cm em cada extremidade não deve haver mola central nem bainha para permitir a colocação do cone macho e a montagem do macaco de protensão. As superfícies dos aços, neste trecho, devem estar rigorosamente isentas de corpos estranhos; devem ser limpas com gasolina desde que se note:

- Qualquer vestígio de pintura, cimento, lama, graxa ou óleo;
- Depósito de produtos de trefilação;
- Traços de chumbo provenientes do tratamento térmico dos fios.

Os cabos devem estar dispostos na seção transversal de modo a permitir um envolvimento suficiente e a passagem do concreto durante a concretagem. O eixo de um cabo deve coincidir com o eixo da ancoragem, numa extensão mínima de 40 cm a partir da face interior da ancoragem.

Não há inconveniente que alguns cabos estejam agrupados, desde que um bom envolvimento pelo concreto seja realizado. O recobrimento mínimo em geral é de 4,5 cm. Podem se fazer grupos de 2 colunas acopladas de cabos com espaço suficiente entre elas, que permita a passagem do concreto e vibradores utilizados na concretagem. Deve ser evitado o esmagamento da bainha adjacente ao protender o cabo, bem como o entupimento ao injetá-lo.

Os cabos e as ancoragens não devem ser deslocados vertical nem horizontalmente durante a concretagem.

Os estribos de aço comum podem ser utilizados para posicionar os cabos. Podem alternar-se estribos grossos com finos, atendendo às seções mínimas estipuladas. Podem ser utilizadas peças em forma de U (galgas) soldadas às barras verticais dos estribos ou pequenos cavaletes.

O primeiro suporte deve estar a 20 cm da ancoragem, os demais espaçamentos recomendados são de 1,25 m para cabos de $6 \phi 12^7$ mm e 1,00 m para cabos de $12 \phi 12^7$ mm. Os suportes necessários devem estar incluídos nos preços unitários.

Os cabos com bainha devem ser manipulados com cuidado para evitar deformações e fraturas nas bainhas.

O transporte dos cabos é geralmente feito a braço e de modo que a distância entre dois operários não cause flecha muito grande, nem fratura da bainha.

Os cabos prontos devem ser estocados ao abrigo das intempéries.

A posição relativa dos cabos na seção transversal fica condicionada pelo espaçamento entre as bainhas.

Nas seções de maior concentração de cabos, a fim de viabilizar a concretagem, as bainhas são colocadas uma sobre as outras, obedecendo os espaçamentos livres mínimos, em planta e em elevação, especificadas nas Normas.

As normas AASHTO especificam o espaçamento livre, entre bainhas, não menor que 12,5 mm ou $1,5 d_{\text{agreg}}$ (diâmetro do maior agregado), independentemente do diâmetro da bainha.

Nas regiões de maiores momentos fletores, os cabos se concentram próximos a face da viga tracionada pela flexão. Nas seções intermediárias, algum ou todos os cabos penetram na alma da viga, contribuindo para a resistência ao esforço cortante.

O levantamento dos cabos deve ser feito de maneira ordenada, procurando-se limitar o número de cabos levantados simultaneamente, para evitar redução exagerada da largura efetiva da alma da viga e também para não dificultar a concretagem.

Em vigas moldadas no local, é comum levantar os cabos em pares.

Nos trechos curvos dos cabos, devem-se prever raios de curvatura mínimos, a fim de evitar pressões muito elevadas sobre as bainhas corrugadas e grandes perdas por atrito.

Nos trechos próximos da ancoragem, prevê-se um segmento retilíneo de 100 cm ($12 \phi 12^{7,1}$ mm ou ancoragem maiores) no qual se insere a trombeta de transição entre a bainha e a ancoragem.

De toda a forma o traçado dos cabos deverá reproduzir fielmente o desenho do projetista, onde todos estes cuidados foram respeitados.

Nos trechos curvos, ao se fazer a protensão, os diversos fios ou cordoalhas do cabo se deslocam dentro da bainha no sentido da curvatura. Nestas condições, o centro de gravidade do cabo protendido apresenta uma excentricidade (e), em relação ao eixo da bainha. Os valores dessa excentricidade são da ordem de 15% do diâmetro da bainha.

As bainhas são, em geral, transportadas para a obra em segmentos retilíneos de comprimento adequado para manejo e transporte (6 m a 12 m).

A emenda dos segmentos se faz com uma luva constituída de um pedaço de bainha de maior diâmetro.

As normas AASHO recomendam as seguintes condições geométricas para as bainhas corrugadas em cabos de $12 \phi 12^{7,1}$ mm.

- Diâmetro interno - 65 mm
- Diâmetro externo - 70 mm
- Chapa MSG 26, com 0,45 mm
- Excentricidade do eixo do cabo, em relação ao eixo da bainha nos trechos curvos do cabo - 9 mm

Após sua colocação na viga, as bainhas são inspecionadas visualmente, para detectar falhas, como furos, mossas, etc. Os furos de pequeno diâmetro são vedados com fita adesiva. Os furos maiores são corrigidos com aplicação de uma meia luva externa.

As mossas da bainha aumentam o atrito com o cabo; elas devem ser cortadas e vedadas com a meia luva externa.

4 MEDIÇÃO

O serviço de fornecimento e colocação de aço de protensão e bainhas será medido por kgf de aço de protensão empregado, conforme o projeto, incluindo a bainha.

5 PAGAMENTO

O pagamento será feito ao preço unitário proposto em conformidade com a medição estabelecida no item anterior e incluirão o fornecimento de todos os materiais, equipamentos, ferramentas, transporte e quaisquer outros serviços necessários à confecção e colocação da armadura e das bainhas.

EC-OA-08 - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE ANCORAGEM ATIVA FREYSSINET, INCLUSIVE PROTENSÃO E INJEÇÃO

1 ANCORAGEM

1.1 GENERALIDADES

Esta Especificação trata de dispositivo patenteado, cuja principal finalidade é a fixação dos cabos, após a protensão, de modo a transferirem ao concreto os esforços de protensão.

Neste sistema os macacos prendem diretamente as cordoalhas de aço, esticando-as. Atingindo-se o esforço de protensão desejado, aciona-se com um esforço, uma cunha contra uma peça fixa. Quando se baixa a pressão, reduzindo o esforço do macaco sobre os fios, estes tendem a voltar ao comprimento inicial; entretanto, impedidos pela cunha. O esforço é então absorvido pelo conjunto de peças que constitui a ancoragem definitiva. Além do disposto nestas especificações particulares deverão ser obedecidas as prescrições da NBR-10789 da ABNT e da ES-332/97 do DNIT / IPR.

1.2 MATERIAIS

As ancoragens ativas são designadas do mesmo modo que os cabos de protensão: pelo número de fios ou cordoalhas e pelo diâmetro do fio ou da cordoalha e compreendem as seguintes peças:

- Cunha de ancoragem (peça macho), em forma de tronco cone tri-partido, tendo na superfície rachuras destinadas a alojar as cordoalhas de aço. Um furo central permite a injeção no interior do cabo após a operação de protensão;
- Apoio da cunha (peça fêmea), cilíndrica ou não, com uma cavidade central tronco-cônica.

1.3 EXECUÇÃO

O espaçamento mínimo entre as ancoragens deverá ser estabelecido de modo que fique assegurado seu perfeito envolvimento pelo concreto. Em regiões de concentração de ancoragens, é conveniente prever o emprego do concreto de maior resistência e seu rigoroso adensamento. Deve ser assegurada a manutenção das ancoragens, em suas posições durante a montagem dos cabos e as operações de concretagem. Apesar

de cada sistema de protensão possuir meios próprios de fixação de ancoragens, é conveniente verificar previamente sua garantia.

A vedação entre a ancoragem e a forma deve ser feita de modo a não permitir a passagem de nata de cimento para o interior da ancoragem. Geralmente, vedação satisfatória é obtida com a introdução de borracha, ou outro material macio, entre a forma e a ancoragem, antes de ser apertado fortemente o dispositivo de fixação.

A vedação entre a bainha e a ancoragem pode ser obtida com rejuntamento de massa de vidraceiro ou mastique, em seguida envolvida por fita adesiva, devendo ser verificada a garantia da vedação antes da concretagem.

As extremidades dos cabos exteriores às ancoragens devem ser protegidas contra a poeira e fragmentos de concreto, por envolvimento com papel ou material semelhante.

A fim de permitir a boa execução das operações de protensão, deve ser garantida, em trechos de comprimento adequado, a coincidência dos eixos teóricos do cabo e da respectiva ancoragem.

As armaduras de fretagem permitem ao concreto suportar pressões locais elevadas, devendo portanto serem observadas as suas indicações no projeto executivo.

Os nichos de ancoragem devem ter dimensões suficientes para acomodar as ancoragens e os macacos de protensão. O posterior enchimento dos nichos com concreto permite realizar um bom acabamento na face da viga, oferecendo a necessária proteção da ancoragem contra a corrosão.

Deve-se limpar o rebaixo feito no concreto e passar uma resina de epóxi na superfície antes de se colocar o enchimento.

Após a protensão e a injeção dos cabos, as extremidades das cordoalhas devem ser cortadas com maçarico a, no mínimo, 3 cm do cone para evitar aquecimento do cabo no interior do cone, e posteriormente recobertas em argamassa de espessura mínima igual a 4 cm.

As ancoragens metálicas devem ser estocadas convenientemente para protegê-las da oxidação.

A superfície cônica interna deve ser protegida com óleo.

2 PROTENSÃO

2.1 GENERALIDADES

Esta Especificação trata da operação de protensão, fase que segue a concretagem da peça, após o endurecimento do concreto, no caso particular de armadura pós-tensionada.

2.2 EQUIPAMENTOS

A protensão é feita por macacos hidráulicos, modelo Freyssinet ou similar, para cabo com cunha central.

Os modernos equipamentos hidráulicos são capazes de suportar pressão em serviço superior a 600 kgf/cm². Apresentam dois pistões, um para esticar os fios, outro para apertar a cunha.

2.3 EXECUÇÃO

O plano de execução da protensão indica a seqüência de protensão dos cabos, as respectivas forças de tração e os alongamentos a serem obtidos e encontra-se nos desenhos de armação de aço de protensão do projeto executivo.

A força aplicada e os respectivos alongamentos, obtidos com a protensão, deverão ser comparados com os valores previstos no projeto.

O programa de execução poderá prever a distensão da armadura de protensão em operações sucessivas, quando convenientes, em virtude do grande comprimento dos elementos dessa armadura; é permitido proceder a nova distensão com o objetivo de recuperar, parcialmente, perdas de protensão.

Diferenças entre os alongamentos previstos e os obtidos no ato de protensão poderão ter diversas causas, entre as quais são mais comuns: atrito mais elevado que o normal, erro no diagrama tensão-deformação do aço e desregulagem dos manômetros.

A protensão somente deve ser realizada após o exame das condições seguintes:

- a) Resistência necessária para o concreto, que atenda aos esforços de protensão. A idade de aplicação da protensão, bem como as resistências características no concreto nas diversas etapas de protensão encontram-se detalhadas nos desenhos de armação de aço de protensão das vigas do projeto executivo;

As extremidades dos cabos são acessíveis, levando em consideração os espaços para os respectivos cursos dos macacos;

- b) A limpeza dos cones fêmeas incorporados no concreto, bem como da superfície das cordoalhas na região das ancoragens;
- c) A maquinaria de protensão em bom estado, verificando macacos, bombas, mangueiras e acessórios, energia elétrica ou grupo gerador de pelo menos 14 kVA, cabos elétricos, óleo das bombas, manômetros regulados. Os manômetros são regulados por meio de um manômetro-padrão a cada 200 operações de protensão ou pelo menos uma vez por semana, bem como todas as vezes em que haja anomalias no funcionamento;
- d) A suspensão e o manuseio dos macacos. Dispositivos próprios devem ser projetados para tal finalidade.
- e) A retirada das formas laterais e horizontais livres do escoramento como das lajes superiores dos caixões para verificar como ficou o concreto e para evitar esforços secundários que possam resultar da protensão.

A operação de protensão inicia-se com a colocação do cone macho, cuidando para evitar o cruzamento das cordoalhas dos cabos no interior da bainha ou dentro do próprio cone fêmea. Deve-se colocar o cone macho a uma distância tal, entre as cordoalhas, que estas se alojem perfeitamente nas ranhuras da superfície tronco-cônica do cone macho, e introduzi-lo no interior do cone fêmea; prossegue com a colocação do macaco no lugar e a colocação do cabo em tensão, cravação do cone macho, descunhamento e retirada do macaco.

Durante a operação de protensão, deve-se proibir a passagem ou a permanência atrás do macaco ou na sua vizinhança imediata, bem como, no caso da protensão por uma única extremidade, atrás da ancoragem, pré-ancorada ou ancoragem passiva.

O descunhamento brusco, a cravação defeituosa ou a ruptura das cordoalhas, pode provocar um recuo e a extração brusca das cunhas. O macaco pode sair de sua posição no caso de defeitos de resistência do concreto na região das ancoragens, ou de uma insuficiência de fretagem na mesma região.

É útil prever uma proteção para o macaco e os operadores.

Quando a operação de protensão é realizada pelas duas extremidades do cabo, a operação de protensão dos dois macacos é feita simultaneamente, e de preferência em

intervalos iguais de tempo e pressão. Os operadores dos macacos devem se comunicar por meio de rádio transmissores quando a distância entre ancoragens impedir a comunicação verbal direta. O descunhamento dos macacos, porém, não deve ser simultâneo.

Quando a operação de protensão é realizada sobre rios ou a grandes alturas do solo, é recomendável proteger o macaco por meio de um saco, a fim de evitar a perda de cunhas do macaco no descunhamento.

2.4 CONTROLES DA PROTENSÃO

O controle da protensão é uma das operações mais importantes na execução das obras em concreto protendido. Os registros são feitos sob a responsabilidade dos chefes das equipes de protensão em fichas especiais. É útil a anotação de indicações sobre a qualidade e procedência dos aços utilizados.

2.4.1 Princípio do Método da Medida de Alongamento de um Cabo

No início da operação, o cabo está livre no interior da bainha e o macaco ainda não está perfeitamente ajustado. É praticamente impossível precisar o início de tensão, após iniciar o esforço do macaco, e onde se deve considerar origem para a medida dos alongamentos.

Para determinar a origem, e por conseguinte o alongamento total do cabo, faz-se chegar a pressão a um valor arbitrário, por exemplo 10,0 MPa e se fazem as "referências" nas cordoalhas do cabo para a medida dos alongamentos. Efetua-se em seguida, a operação de protensão, por etapas de intervalos iguais de pressão 5 ou 10 MPa, até a pressão final P e são anotados os alongamentos medidos em cada leitura da pressão correspondente aos intervalos fixados.

O número de leituras pode ser reduzido no caso de protensão de vários cabos de mesma natureza e de comprimentos próximos.

Os alongamentos, sendo proporcionais às pressões, na zona elástica do diagrama (variação linear ABC) permitem achar, por extrapolação, a origem corrigida O_1 , e o alongamento total " $d + e$ " = A .

As figuras 1, 2 e 3 ilustraram respectivamente:

- Tabela de cálculo de pressão manométrica e do alongamento corrigido do cabo em função do módulo de elasticidade.
- Tabela de Protensão.
- Curva de tensão x deformação.

ELEMENTO: _____	CABO Nº _____
TIPO DO CABO: _____	COMPR. _____ m
fck _____ MPa	TIPO DO MACACO _____
Na _____ kN	ÁREA DO PISTÃO (AP) _____ cm ²
Na' _____ kN	PERDAS NO EQUIPAMENTO _____ %
Na _o = Na + Na x % perdas no equipamento.	PRESSÃO ① = Na _o = _____ = _____ kgf/cm ²
Na _o = _____ kN	AP (0,1Mpa) x
Na' _o = _____ kN	PRESSÃO ② = Na' _o = _____ = _____ kgf/cm ²
ALONG. TEÓRICO CORRIGIDO: _____ mm	AP (0,1Mpa) x
	E AÇO PROJETO = _____ kN/m ²
	E AÇO ENSAIADO = _____ kN/m ²

Figura 1 - Cálculo de Pressão manométrica e correção do alongamento

	PRESSÃO MANOMÉTRICA (kgf/cm ²)	LADO:		LADO:		□□L (mm)	
		LEITURA	□L	LEITURA	□L		
	0						
	50						
	100						
	150						
	200						
	250						
	300						
	350						
	400						
	450						
	500						
							ALONGAMENTOS
PRESSÃO ①							MEDIDO
PRESSÃO ②							
PERDA DE CRAVAÇÃO							FINAL

Figura 2 – Tabela de Protensão

Figura 3 – Gráfico Tensão x Deformação

$$\text{Pressão manométrica} = \frac{N_{\text{inicial}}^{\text{prot}}}{\text{Área do Pistão}} \times 1,04$$

Perda interna no macaco = 4%

2.4.2 Controle de Acomodação do Cone Macho

No final da operação de protensão, verifica-se a acomodação do cone macho, isto é, a perda de alongamento proveniente da introdução do cone macho no cone fêmea.

A medida da acomodação do cone é feita após o alívio do macaco e depois de se considerar o encurtamento elástico do cabo entre o cone e a "referência" feita no cabo.

Exemplo:

- Distância da "referência" ao cone fêmea no fim da operação de protensão: 430 mm
- Distância da "referência" ao cone após o alívio do macaco: 422 mm

- Diferença (ou deslocamento da "referência"): 8 mm
- A reduzir-alongamento do cabo entre o cone e a "referência": 3 mm
- Acomodação do cone a considerar (8 mm - 3 mm): 5 mm

Este controle permite verificar se houve perda de tensão no macaco. Com efeito, no caso de ter ocorrido perda, há um encurtamento no cabo (redução do alongamento) entre o fim da operação de tensão e o instante da cravação do cone macho. A observação de uma acomodação exagerada do cone macho deve conduzir à verificação novamente da pressão manométrica correspondente ao pistão de tensão do macaco.

Se a "referência" foi medida a partir da cabeça móvel do macaco, é necessário, no momento da leitura para controle da acomodação do cone macho, verificar se a cabeça móvel não está deslocada do concreto após o alívio do macaco.

2.4.3 Anomalias nos Resultados dos Alongamentos

Se o alongamento obtido A , para a pressão prevista P_o , é superior ao alongamento previsto A_o , deve cessar a operação de protensão na pressão prevista P_o .

Se o alongamento $A = 1,05 A_o$ é obtido antes de se atingir a pressão prevista P_o , cessa-se a operação de protensão em pressão $P < P_o$ e o fato deve ser comunicado ao engenheiro calculista.

Se o alongamento obtido A , para a pressão prevista P_o , é inferior ao alongamento previsto A_o , deve-se continuar a operação até $1,05 P_o$ por etapas de 0,5 MPa de pressão ou até a pressão máxima indicada, independente de atingir o valor do alongamento previsto A_o e o fato deve ser comunicado ao engenheiro calculista.

Se o alongamento obtido para $1,05 P_o$ é inferior a $0,95 A_o$, devem ser tomadas, sucessivamente, as seguintes medidas para revelar a causa da falta de alongamento:

- a) Verificação da regulagem no manômetro;
- b) Verificação do funcionamento do macaco, da bomba e das mangueiras;
- c) Alívio da tensão no cabo. Fazer correr o cabo no interior da bainha para certificar-se se o mesmo não está preso, ou se há atrito provocado pela não estanqueidade da bainha;

- d) Retomar a tensão do cabo com nova operação de protensão, considerando o residual de alongamento da primeira operação.
- e) Se o alongamento desejado não é obtido, deve-se comunicar ao Engenheiro responsável pelo serviço.

2.4.3.1 Precauções

É conveniente manter bainhas de reserva embutidas no concreto. Estas bainhas se não forem utilizadas, devem ser injetadas no fim dos serviços (apenas no caso de obras em balanços sucessivos).

É necessário manter desobstruídas as bainhas durante a concretagem e injeções.

A lubrificação com óleo solúvel dos cabos diminui de 10 a 15% as perdas de protensão devidas ao atrito. Concluída a operação, os cabos devem ser lavados com água.

O gráfico tensão x deformação deve ser desenhado durante a operação de protensão a fim de poderem tomar-se as providências antes do descunhamento e retirada dos macacos.

2.4.4 Retomada de Protensão e Protensão Parcial

A retomada de protensão consiste em fazer nova operação de protensão em um cabo parcialmente esticado e ancorado. É utilizada no caso dos cursos dos macacos serem insuficientes para protender de uma única vez um determinado cabo, ou para realizar protensões parciais, protendendo por etapas.

Ancora-se o cone macho na primeira operação em pressão de cravação de valor aproximado a 3/4 da pressão de tensão; descunha-se o macaco; retorna-se seu curso e procede-se a uma nova operação de tensão, cuidando o perfeito alinhamento com o eixo da ancoragem e que as cordoalhas do cabo estejam muito bem alojadas e fixadas às garras do macaco.

Deve-se tomar todo cuidado para não perder as "referências".

Quando a primeira operação de protensão for feita a uma pressão inferior a 15 MPa, as "referências" podem ser feitas somente no momento da retomada da protensão após o cone macho estar descravado. Neste caso, a correção da origem para a medida do alojamento final é feita na pressão de 15 MPa.

2.4.5 Emprego do Anel Calço

Para repor perdas de acomodação da ancoragem, pode-se utilizar cone fêmea exterior e um anel calço. Recuando o cone fêmea, por intermédio de um dispositivo chamado de anel calço, de uma distância "d" que recupere a perda de alongamento por acomodação do cone macho, pode calçar-se a ancoragem por meio de calços metálicos definitivos. Só recomendável para cabos muito curtos com indicações do projetista.

2.4.6 Protensão por uma Única Extremidade

Quando numa das extremidades for projetada ancoragem passiva ou quando o cabo tiver comprimento inferior a 25 m, a operação pode ser efetuada por uma única extremidade para reduzir o custo da operação.

Neste caso, na extremidade oposta ao macaco, deve-se cravar o cone macho no caso de se utilizar ancoragem ativa como passiva, com ferramenta adequada. As cordoalhas devem sobrar 25 cm para os cabos 6 \varnothing 12⁷mm e 30 cm para os cabos 12 \varnothing 12⁷mm e devem também ter suas "referências" para medir a acomodação desta ancoragem. Deve ser descontada do alongamento medido no lado da ancoragem ativa, a acomodação da ancoragem passiva.

O corte e arremate das cordoalhas, não deve ser efetuado logo após a operação de protensão, para se permitir a possibilidade de acomodação sob tensão.

2.4.7 Retirada da Protensão

Se for necessário, pode-se retirar a protensão dos cabos ou aliviá-los utilizando-se extratores especiais para cada tipo de ancoragem.

2.4.8 Critérios de aceitação

Só poderão ser liberados para a injeção grupos de cabos de uma mesma fase e que atendem aos seguintes critérios de aceitação:

Antes da cravação

- Discrepância $\leq 0,05$:

A protensão está dentro dos limites de aceitação podendo ser liberada.

- $0,05 \leq \text{discrepância} \leq 0,10$:

A protensão só será aceita desde que a média das discrepâncias dos cabos até aquela fase seja inferior a 0,05. Caso esta média seja superior a 0,05, a Fiscalização deverá ser consultada.

- $\text{Discrepância} \geq 0,10$

A protensão não será aceita, devendo ser consultada a Fiscalização.

Após da Cravação

- $\text{Discrepância} \leq 0,05$

A protensão está dentro dos limites de aceitação podendo ser liberada.

- $0,05 \leq \text{discrepância} \leq 0,10$

Para a discrepância negativa, a protensão só será aceita desde que a média das discrepâncias dos cabos até aquela fase seja inferior a 0,05. Caso esta média seja superior a 0,05, a fiscalização deverá ser consultada.

Para a discrepância positiva, a protensão poderá ser aceita.

- $\text{Discrepância} \geq 0,10$

Para a discrepância negativa, a protensão não será aceita, devendo ser consultada a Fiscalização.

Para a discrepância positiva, a protensão poderá ser aceita.

3 INJEÇÃO

3.1 GENERALIDADES

O enchimento por injeção de pasta de cimento dos vazios entre a armadura de protensão e a parede interna da bainha atende as seguintes finalidades principais:

- Proteger a armadura contra a corrosão;
- Estabelecer a aderência de modo permanente entre a armadura e o concreto estrutural;
- Complementar a garantia da ancoragem da armadura de protensão.

Para permitir uma injeção eficiente, a pasta deve encher completamente a bainha sem deixar bolsas ou vazios de ar ou água de segregação; não deve haver qualquer componente suscetível de atacar o aço sob tensão; a pasta deve apresentar uma resistência à compressão superior a 25 MPa aos 28 dias; a bainha não deve apresentar obstáculos à passagem da pasta; o espaço livre no interior das bainhas deve ser ao menos igual à seção da armadura de protensão; a maquinaria de injeção deve ser suficientemente possante para assegurar a passagem de pasta continuamente, apesar das perdas de carga; os cabos devem ter nas suas extremidades dispositivos obturadores que permitam manter a pasta sob pressão até seu endurecimento; antes de iniciada a operação, a proteção das ancoragens deve estar endurecida com resistência suficiente (em geral, obtém-se após 2 dias).

Na falta de aderência, o concreto e o aço têm deformações independentes e diferentes uma da outra na mesma seção; uma vez iniciada a fissuração, aparecem no máximo 2 ou 3 fissuras que progridem bruscamente, pois o aço distribui sua deformação ao longo de todo o comprimento da peça. Então, a força de tração necessária a ser desenvolvida na armadura para constituir o binário de forças internas resistentes da seção só se consegue mediante o aumento da deformação da peça, isto é, com maior abertura das fissuras. A mesa de compressão se reduz rapidamente e a peça atinge seu limite de ruptura antes de esgotar toda a resistência do aço. Além destas especificações particulares devem ser obedecidas as prescrições das NBR-10788, NBR-7681 e NBR-7685 da ABNT.

3.2 MATERIAIS

3.2.1 Composição da Pasta de Injeção

A pasta deve ser misturada mecanicamente e apresentar as seguintes características:

- a) Não possuir agentes agressivos ao aço sob tensão;
- b) Ser homogênea, não apresentando pelotas de cimento nem sedimentação;
- c) Seu aspecto deve ser pastoso e nunca líquido;
- d) Deve ter a fluidez necessária ao bom funcionamento das maquinarias até o fim dos trabalhos. O tempo de passagem de um litro de nata através do funil de MARSH deve ser de 13 a 25 segundos;

- e) A exsudação deve ser moderada para evitar a formação de vazios nos pontos altos dos cabos. Seu valor deve ser inferior a 2% após 3 horas da mistura. A água exumada deverá ser completamente reabsorvida depois de 24 horas.
- f) A resistência à compressão deve ser de 25 MPa aos 28 dias;
- g) A retração aos 28 dias deve ser ínfima (menor que 0,00280);
- h) O tempo de pega, sob a temperatura ambiente, não deve se dar antes do término da operação. O início da pega para 30° C deverá ser superior a três horas;
- i) A temperatura da pasta, no momento da injeção não deverá ser superior a 30° C. Para tanto o resfriamento de água com gelo poderá ser adotado.

Devem ser feitos ensaios com os materiais que serão utilizados, um mês antes, ensaios de fluidez um dia antes e durante todas as fases de injeção.

O cimento deve ser do tipo Portland comum, acondicionado em sacos de 50 kg. Não será permitida a utilização de cimentos aluminosos e siderúrgicos.

Não deverá conter cloretos (teor < 0,2%) nem sulfatos ou outros elementos que provoquem corrosão no aço; não deverá apresentar o fenômeno de falsa pega; não deverão ser utilizados cimentos "quentes"; a temperatura na hora de fabricação da nata, deve ser menor que 40°C.

A água deve ser potável, sem elementos agressivos ao aço, seu teor de cloro deve ser 250 mg de ions de cloro por litro. Não pode ser usada água salgada, nem contendo açúcar. A temperatura recomendada para a água é de 22° C.

Podem ser usados aditivos que melhorem a trabalhabilidade, homogeneizem a mistura e melhorem a resistência através da diminuição do fator água/cimento. Os aditivos não devem conter nitratos nem halogenetos (cloretos, iodetos, etc).

O emprego de elementos inertes, tais como areia fina, farinha de quartzo, etc., apresentam mais inconvenientes do que vantagens, pois podem contribuir para a formação de buchas, provocando o entupimento dos cabos. Só devem ser utilizados em casos excepcionais, tomando os seguintes cuidados:

- Sua dimensão máxima deve ser inferior a 0,5 mm;
- Constatação de injetabilidade da nata através de ensaios em modelo escala 1:1, ou baseado em experiências obtidas em obras anteriores.

Recomenda-se a seguinte composição (Traço Básico):

COMPOSIÇÃO Nº 1	BOMBA ELÉTRICA	BOMBA MANUAL
Cimento	50 kg	50 kg
Água	19 l	22 l
Aditivo	0,25 kg	0,25 kg

O consumo, incluindo perdas do cimento da ordem de 10 a 15% é o seguinte, por metro linear de cabo:

TIPO DE CABO	Ø INTERNO DA BAINHA (mm)	VOLUME DA PASTA (l)	PESO DO CIMENTO (kg)
6 Ø 12 ⁷ mm	50	1,20	2,20
12 Ø 12 ⁷ mm	70	1,80	3,10

3.2.2 Preparação da Pasta de Injeção

A pasta é preparada em um "reservatório misturador" colocando-se inicialmente a água, depois o cimento, o plastificante (no caso de aditivo) e por fim a areia, se for o caso. A operação da mistura deve ser iniciada com a colocação do cimento, e é feita, em geral, por meio de um "agitador elétrico" com haste munida de hélice, não deve ser interrompida durante a colocação dos materiais (cimento, plastificante e areia), e deve prosseguir, no mínimo, durante cinco minutos após a colocação de totalidade dos materiais.

O "reservatório misturador" deve estar localizado em uma altura suficiente para permitir o escoamento fácil da pasta para um segundo reservatório, chamado "reservatório de alimentação", colocado abaixo do primeiro. A pasta, antes de cair no reservatório de alimentação, deve passar por uma "peneira" de malha de 2 mm, para eliminar as impurezas e os possíveis coágulos.

No caso da pasta não ser utilizada imediatamente, deve a mesma ser agitada de tempos em tempos, no reservatório misturador, para evitar a segregação.

O agitador elétrico deve ser para uma rotação da ordem de 1.500 RPM.

Do reservatório de alimentação, é aspirada a pasta de injeção por intermédio das bombas injetoras.