

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
**MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES**  
**AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – ANTT**

**Rodovia : BR-040 / DF / GO / MG**  
**Trecho : km 471,1/MG até km 593,5/MG**  
**Extensão : 111,80 km**  
**PNV : 040BMG0270; 040BMG0290; 040BMG0330; 040BMG0360;**  
**040BMG0400; 040BMG0410**

**PROJETO EXECUTIVO DE DUPLICAÇÃO, AMPLIAÇÃO DE  
CAPACIDADE E MELHORIAS**

**Lote : 06**  
**Subtrecho : Sete Lagoas / MG - Belo Horizonte / MG**  
**Segmento : km 471,10 MG - km 532,90 MG**  
**Extensão : 61,80 km**

**VOLUME 3**  
**Esquema Construtivo**  
**DEZEMBRO / 2016**

**Rodovia** : BR-040 / DF / GO / MG

**Trecho** : km 471,1/MG até km 593,5/MG

**Extensão** : 111,80 km

**PNV** : 040BMG0270; 040BMG0290; 040BMG0330; 040BMG0360;  
040BMG0400; 040BMG0410

## PROJETO EXECUTIVO DE DUPLICAÇÃO, AMPLIAÇÃO DE CAPACIDADE E MELHORIAS

**Lote** : 06

**Subtrecho** : Sete Lagoas / MG – Belo Horizonte / MG

**Segmento** : km 471,10 MG – km 532,90 MG

**Extensão** : 61,80 km

**Supervisão** : Concessionária Via 040

**Fiscalização** : Concremat Engenharia e Tecnologia S.A.

**Elaboração** : Engefoto – Engenharia e Aerolevantamentos

**Contrato** : 4600004115

**VOLUME 3 – ESQUEMA CONSTRUTIVO**

**DEZEMBRO / 2016**

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO
RA	22/12/16	EMIÇÃO INICIAL

## SUMÁRIO

<b>1 APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
1.1 DADOS DO CONTRATO .....	9
1.2 INFORMAÇÕES DO PROJETO .....	10
1.3 MAPA DE LOCALIZAÇÃO .....	11
<b>2 ESQUEMA CONSTRUTIVO</b> .....	<b>12</b>
2.1 FASES DE EXECUÇÃO DA OBRA .....	12
2.1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES - TOPOGRAFIA .....	12
2.1.2 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM .....	12
2.1.3 DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES .....	15
2.1.4 SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO .....	17
2.1.5 SINALIZAÇÃO .....	31
2.2 SEQUÊNCIA EXECUTIVA .....	32
2.2.1 DESCRIÇÃO .....	32
2.2.2 PLANO DE ATAQUE AOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO .....	33
2.2.2.1 Interseção Km 478+300 .....	33
2.2.2.1.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	34
2.2.2.1.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	36
2.2.2.1.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	38
2.2.2.1.4 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	40
2.2.2.2 Interseção Km 486+300 .....	43
2.2.2.2.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	45
2.2.2.2.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	45
2.2.2.2.3 MESOESTRUTURA - PILARES .....	46
2.2.2.2.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA .....	47

2.2.2.2.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	48
2.2.2.2.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	50
2.2.2.3 Interseção Km 490+500 .....	53
2.2.2.3.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	54
2.2.2.3.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	56
2.2.2.3.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	57
2.2.2.3.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA.....	57
2.2.2.3.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	58
2.2.2.3.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	61
2.2.2.4 Interseção Km 494+500 .....	63
2.2.2.4.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	64
2.2.2.4.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	67
2.2.2.4.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	68
2.2.2.4.4 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	71
2.2.2.5 Interseção Km 498+300 .....	74
2.2.2.5.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	76
2.2.2.5.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	78
2.2.2.5.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	79
2.2.2.5.4 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	82
2.2.2.6 Interseção Km 502+850 .....	85
2.2.2.6.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	87
2.2.2.6.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	88
2.2.2.6.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	89
2.2.2.6.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA.....	90

2.2.2.6.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	91
2.2.2.6.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	93
2.2.2.7 Interseção Km 505+000 .....	96
2.2.2.7.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	97
2.2.2.7.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS SAPATAS - FUNDAÇÃO DIRETA .....	97
2.2.2.7.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	98
2.2.2.7.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA.....	99
2.2.2.7.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	99
2.2.2.7.6 SUPERESTRUTURA E CONTENÇÕES - LAJES E TERRA ARMADA... 100	
2.2.2.8 Interseção Km 508+300 .....	101
2.2.2.8.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	102
2.2.2.8.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	105
2.2.2.8.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	106
2.2.2.8.4 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	108
2.2.2.8.5 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	111
2.2.2.8.6 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	114
2.2.2.8.7 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	115
2.2.2.8.8 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	117
2.2.2.9 Interseção Km 511+000 .....	120
2.2.2.9.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	122
2.2.2.9.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	124
2.2.2.9.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	125

2.2.2.9.4 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	128
2.2.2.10 Interseção Km 515+800.....	131
2.2.2.10.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	132
2.2.2.10.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO ....	134
2.2.2.10.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	135
2.2.2.10.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA.....	136
2.2.2.10.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	137
2.2.2.10.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	139
2.2.2.11 Interseção Km 517+200.....	142
2.2.2.11.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	143
2.2.2.11.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO ....	145
2.2.2.11.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	146
2.2.2.11.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA.....	146
2.2.2.11.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	147
2.2.2.11.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	150
2.2.2.12 Interseção Km 520+500.....	152
2.2.2.13 Interseção Km 531+800.....	154
2.2.2.13.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	155
2.2.2.13.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO ....	157
2.2.2.13.3 MESOESTRUTURA - PILARES.....	158
2.2.2.13.4 MESOESTRUTURA – TRAVESSA.....	158
2.2.2.13.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS .....	159
2.2.2.13.6 SUPERESTRUTURA - LAJES .....	162
2.2.2.14 Passarela Km 498+800 .....	164
2.2.2.14.1 LOCAÇÃO DA PASSARELA.....	164

2.2.2.14.2 EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	164
2.2.2.14.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS.....	165
2.2.2.14.4 PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO “A” NBR 6122:2010.....	165
2.2.2.14.5 MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	166
2.2.2.14.6 LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	166
2.2.2.14.7 REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO.....	167
2.2.2.14.8 MONTAGEM DA MESOESTRUTURA.....	167
2.2.2.14.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	168
2.2.2.14.10 REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	168
2.2.2.15 Passarela Km 507+300 .....	168
2.2.2.15.1 LOCAÇÃO DA PASSARELA.....	168
2.2.2.15.2 EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	169
2.2.2.15.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS.....	169
2.2.2.15.4 PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO “A” NBR 6122:2010.....	169
2.2.2.15.5 MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	170
2.2.2.15.6 LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	170
2.2.2.15.7 REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO.....	171
2.2.2.15.8 MONTAGEM DA MESOESTRUTURA.....	171
2.2.2.15.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	172

---

2.2.2.15.10	REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	172
2.2.2.16	Passarela Km 509+000 .....	172
2.2.2.16.1	LOCAÇÃO DA PASSARELA.....	172
2.2.2.16.2	EXECUÇÃO DAS ESTACAS .....	173
2.2.2.16.3	EXECUÇÃO DOS ENSAIOS.....	173
2.2.2.16.4	PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO “A” NBR 6122:2010.....	173
2.2.2.16.5	MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO.....	174
2.2.2.16.6	LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO .....	174
2.2.2.16.7	REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO.....	175
2.2.2.16.8	MONTAGEM DA MESOESTRUTURA.....	175
2.2.2.16.9	LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	176
2.2.2.16.10	REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR .....	176



## 1 APRESENTAÇÃO

O presente volume denominado “Volume 3 – Esquema Construtivo” é parte integrante dos Projetos Executivos de Duplicação da BR-040/DF/GO/MG em trechos de pistas simples e multifaixas, vias marginais, correção de traçado, projetos executivos de Obras de Artes Especiais e Interseções, dispositivos de retorno em nível e dois níveis, projeto de passarelas e melhorias de acessos (LOTE 6) que está sob concessão da VIA-040.

Além deste, fazem parte do projeto os seguintes Volumes:

- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo II – Relatório dos Projetos Executivos;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo III – Estudos Geotécnicos (Parte 1);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo IV – Estudos Geotécnicos (Parte 2);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo V – Estudos Geotécnicos (Parte 3);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo VI – Estudos Geotécnicos (Parte 4);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo VII – Estudos Geotécnicos (Parte 5);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo VIII – Estudos Geotécnicos (Parte 6);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo IX – Estudos Geotécnicos (Parte 7);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo X – Estudos Geotécnicos (Parte 8);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XI – Estudos Geotécnicos (Parte 9);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XII – Estudos Geotécnicos (Parte 10);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XIII – Estudos Geotécnicos (Parte 11);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XIV – Estudos Geotécnicos (Parte 12);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XV – Estudos Geotécnicos (Parte 13);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XVI – Estudos Geotécnicos (Parte 14);

- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XVII – Estudos Geotécnicos (Parte 15);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XVIII – Estudos Geotécnicos (Parte 16);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XIX – Estudos Geotécnicos (Parte 17);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XX – Estudos Geotécnicos (Parte 18);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXI – Estudos Geotécnicos (Parte 19);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXII – Estudos Geotécnicos (Parte 20);
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXIII – Anexo dos Levantamentos Topográficos;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXIV – Plano Básico Ambiental;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXV – Memória de Cálculo dos Projetos;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXVI – Cálculo de Volumes;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXVII – Notas de Serviços;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXVIII – Memória de Cálculo dos Projetos de Conteção;
- Volume 1 – Relatório do Projeto – Tomo XXIX – Memória de Cálculo dos Projetos de Iluminação das Passarelas;
- Volume 2 – Projetos Executivos;
- Volume 3 – Esquema Construtivo;
- Volume 4 – Orçamento do Projeto

## **1.1 DADOS DO CONTRATO**

Contratante: CONCESSIONÁRIA BR-040 S.A.

Contratata: ENGEFOTO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A.

---

Contrato N°: 460000415

Início da Validade: 16/09/2015

Fim da validade: 23/08/2020

## **1.2 INFORMAÇÕES DO PROJETO**

Rodovia: BR-040/MG

Trecho: km 471,10 até 593,50

Códigos SNV: 040BMG0270; 040BMG0290; 040BMG0330; 040BMG0360;  
040BMG0400; 040BMG0410

### 1.3 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

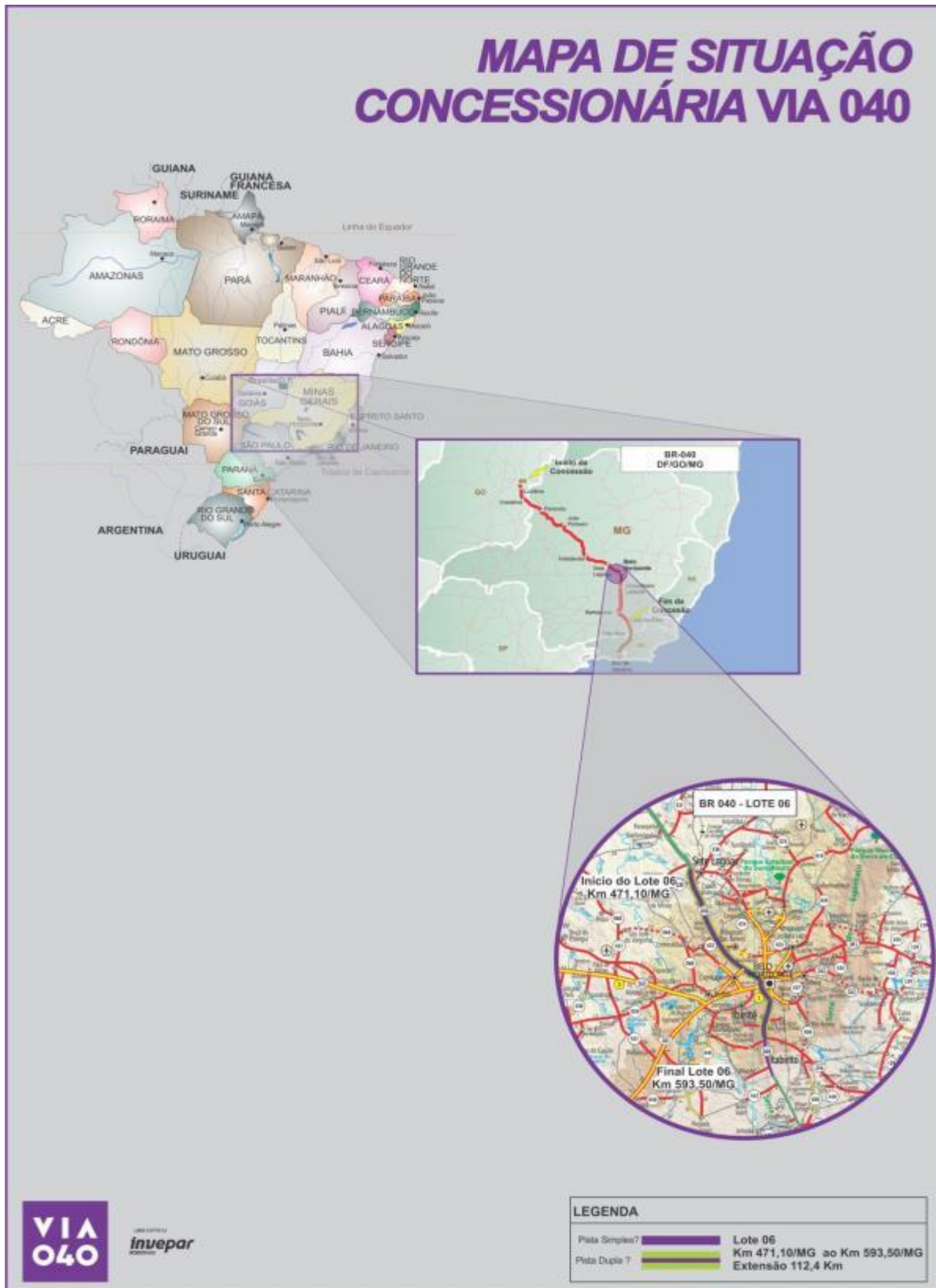


Figura 1 – Mapa de Situação

## **2 ESQUEMA CONSTRUTIVO**

### **2.1 FASES DE EXECUÇÃO DA OBRA**

#### **2.1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES - TOPOGRAFIA**

- Verificação do Apoio Topográfico

Verificar e checar os apoios, as poligonais e as referências de níveis implantados quando da elaboração do projeto de engenharia, fazendo-se eventuais complementações, se necessário. Implantar poligonais secundárias que facilitem a locação de todos os pontos necessários à execução das diversas obras previstas. Os pontos das poligonais secundárias devem estar localizados fora da área prevista para os trabalhos de implantação da obra, materializados com marcos executados com madeira resistente e durável, estabelecendo-se as suas coordenadas e realizando-se o nivelamento geométrico dos pontos implantados.

- Marcação Topográfica

A partir das poligonais reavivadas ou implantadas, locar, por coordenadas, o eixo de projeto, piquetear ou executar pintura no pavimento a cada 20 metros nas tangentes, e a cada 10 metros nas curvas; realizar o nivelamento do eixo longitudinal e das seções transversais; marcar os bordos de terraplenagem e os respectivos pontos de “off-set”, indicando as respectivas alturas a serem alcançadas.

#### **2.1.2 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM**

- Serviços Preliminares

Executar a limpeza do terreno, removendo todas as árvores arbustos e a camada vegetal. Remover também as cercas, construções e qualquer outra estrutura que esteja dentro do limite do “off-set”.

Relocar as estruturas de serviços, como postes, linhas de fibra ótica, adutoras, etc.

É muito importante nessa etapa verificar as condicionantes ambientais dos serviços.

Antes do início efetivo dos serviços de terraplenagem, observar a distribuição do material de acordo com o Projeto Executivo, de forma a minimizar as distâncias de transporte, e maximizar a utilização dos materiais dos cortes.

Para permitir a manutenção do tráfego, as operações de terraplenagem previstas pelo projeto e necessárias ao alargamento da pista existente, deverão ser executadas, separadamente, para cada um dos lados da rodovia. Os quadros de distribuição de materiais apresentados já preveem esta condição para a execução dos cortes e aterros.

- Cortes

Escavar os materiais e transportá-los para os destinos especificados (Aterros, Bota-Foras ou Praças de Depósito Provisório) definidos pelo Projeto Executivo. As seções de cortes obedecem às notas de serviço de terraplenagem do Projeto Executivo. Observar que as operações de corte incluem o rebaixamento do greide na espessura indicada no projeto de terraplenagem, necessário à conformação da camada final de terraplenagem. As especificações de serviço de corte também são referências para escavações de áreas de empréstimos, mesmo não existindo notas de serviço para esta operação.

- Reforço e tratamento de fundação de aterros

Indica-se a execução prévia dos locais indicados para mais rápido alcance dos recalques e adensamento, consolidando o aterro projetado e gerando mínimas interferências no produto final.

A movimentação de materiais para tratamento de solos moles e/ou baixa capacidade de suporte, saturados ou com relativa matéria orgânica, é descrito nos quadros de orientação e resumos do Projeto de Terraplenagem, assim como notas técnicas específicas e detalhamento das soluções. O TOMO IV-ESTABILIDADE DE TALUDES os estudos realizados para determinação dos locais e respectivas soluções de tratamento.

- Corpo de aterro

Para execução dos aterros, transportar os materiais provenientes dos cortes e/ou empréstimos, de acordo com o quadro de distribuição de materiais de

terraplenagem; lançar e espalhar o material em camadas que não ultrapassem 30 centímetros (caso se execute fundo de aterro com 3ª categoria, as camadas devem se limitar a 0,75 m e, os últimos 2,00 m do corpo do aterro devem ser executados com espessura máxima de 0,30 m), trabalhar o material de 1ª ou 2ª categoria umedecendo ou secando, até deixá-lo na umidade ótima, então compactá-los com rolos compactadores compatíveis com o material e energia desejada, de forma que no final da compactação se atinja o grau de compactação indicado em projeto. Para controlar a compactação, coletar o material espalhado no local e determinar sua densidade em relação à energia de compactação definida para a camada, e, após a compactação, conferir o grau de compactação determinando a densidade “in situ”.

Materializar nos bordos as cotas finais do corpo dos aterros, utilizando piquetes curtos como referência, passar uma linha perpendicular com o acompanhamento do greidista, indicando ao operador da motoniveladora onde cortar ou aterrizar para atingir as cotas finais de terraplenagem. Nos locais onde houver aterro, compactar com rolo tandem vibratório ou de pneus.

- Camadas Finais

A camada final de terraplenagem é aplicada tanto em segmentos de corte como segmentos em aterro, executada com materiais mais nobres. Esta camada terá a espessura mínima de 0,60 m, sendo executada em três etapas de 20 cm com limites de CBR e expansão definidos no Projeto de Pavimentação. Nos casos de aterros, deve-se respeitar a espessura de 0,60 m de camada final. Para as seções de corte, deve-se observar as indicações de rebaixamento do subleito e troca de solo descritos no Projeto de Terraplenagem, onde há indicação de localização, espessura, volumes e movimentação de massas. Também é imprescindível respeitar as exigências quanto à energia e grau de compactação.

- Depósito de Materiais Excedentes

O excesso de materiais de corte ou inutilizáveis são destinados à depósitos pré determinados. Estes materiais deverão receber tratamento de compactação relativo ao mínimo exigido em especificação de serviço, cobertura vegetal e dispositivos de

drenagem (caso necessário). As informações pertinentes estão descritas nos projetos: Terraplenagem, Meio Ambiente, Geotecnia, e Paisagismo.

### **2.1.3 DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES**

Os serviços de Drenagem e obras de Arte Correntes consistem da realização de:

- Bueiros de Grotas

Executar os bueiros no fundo de grotas seguindo as seguintes etapas executivas:

- Locar a obra atendendo às Notas de Serviço para implantação de obras-de-arte corrente, de acordo com o projeto executivo;
- Escavar o fundo da grotas de forma a deixá-lo regularizado;
- Efetuar a concretagem do berço, locar a obra com a instalação de régua e gabaritos, que permitirão materializar no local as indicações de alinhamento, profundidade e declividade do bueiro;
- Fazer o lançamento e rejunte dos tubos de concreto, ou executar formas, ferragens e concretagem no caso de bueiros celulares;
- Executar o reaterro utilizando-se equipamentos manuais (sapos mecânicos), até uma altura mínima de 0,60m acima da geratriz superior da obra.

Para aterros inferiores a 3,00m de altura, a implantação de novos bueiros sob a pista existente será feita por método destrutivo. Nestes casos, esta implantação deverá ser procedida em duas etapas de forma a manter o tráfego em meia pista, sendo os bueiros projetados executados paralelamente às obras existentes e a uma distância mínima que permita a execução do novo bueiro sem interferência na obra antiga.

No caso de aterros mais altos, está recomendada a utilização de processo não destrutivo, com emprego de bueiros metálicos. Nestes casos, deverá ser seguida metodologia própria, especificada pelo fornecedor das peças metálicas que comporão o bueiro.

Os bueiros antigos que serão substituídos por novas obras deverão, depois da conclusão destas, ser devidamente lacrados através de tamponamento com concreto.



- Bueiros de Greide

Escavar em profundidade que comporte o bueiro selecionado, garantindo inclusive o recobrimento da canalização, conforme as indicações de projeto. Compactar o berço do bueiro de forma a garantir a estabilidade da fundação e a declividade longitudinal prevista. Executar a porção inferior do berço com concreto de resistência (fck min > 15 MPa), com a espessura de 10cm. Colocar, assentar e rejuntar os tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4. Reaterrar com recobrimento mínimo de 0,60m, da geratriz superior da canalização.

- Drenagem Superficial – Valas e Sarjetas

Seguir as notas de serviço constantes do Projeto de Execução para a execução dos serviços de Drenagem Superficial. As valas de proteção, tanto de corte como de aterro, poderão ser executadas logo após a complementação dos serviços de terraplenagem nos trechos considerados. Já as sarjetas indicadas para o canteiro central e para os bordos da plataforma, deverão ser executadas após os serviços de conformação do canteiro e de pavimentação da pista, respectivamente.

A execução das sarjetas deverá, sempre, levar em consideração o sentido de escoamento e os locais de saída (junto ao terreno natural, em descidas d'água ou em caixas coletoras) constantes das notas de serviço, tomando-se sempre o cuidado de impedir a formação de pontos baixos intermediários que possam vir a ser locais de acúmulo de água.

- Drenagem Profunda

Seguir as indicações constantes do projeto, quanto à localização prevista para os drenos profundos. A execução destes serviços deverá se dar logo após a conclusão das atividades de terraplenagem nos locais de implantação. Todos os materiais a empregar deverão estar de acordo com as respectivas especificações de serviço.

## 2.1.4 SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

O projeto de pavimentação do Trecho Norte prevê a execução dos serviços de implantação de pavimentos novos nos projetos denominados de Melhorias que estão assim distribuídos:

- SEGMENTO 1, compreendido entre o km 478+300 e o km 516, constituído por:

04 Melhorias de Acesso;

09 Interseções em desnível;

21,54 km de Marginais; e

01 Baia de Parada de ônibus.

- SEGMENTO 2, compreendido entre o km 516 e o km 532 + 200, constituído por:

05 Melhorias de Acesso;

03 Interseções em desnível;

15,58 km de Marginais; e

Readequação da pista existente e acostamento entre os km 530 + 280 ao km 531 + 600.

Para a programação de implantação dos serviços aqui previstos, entretanto, a empresa construtora deverá levar em consideração as atividades previstas para a implantação, em função das interferências que certamente existirão na execução da obra.

Para as estruturas dos pavimentos do Trecho Norte a serem implantadas como Melhorias, foram projetadas estruturas de pavimentos diferenciadas e assim distribuídas e compostas nas:

- MELHORIAS

As melhorias do Trecho Sul consistem de marginais, acessos e interseções separadas em função do Tráfego (Leve, Médio e Pesado), sendo as estruturas constituintes do pavimento compostas de Sub-base em macadame seco com 20 cm, base em Brita Graduada também variável de 17 a 18 cm e Revestimentos em CBUQ CONVENCIONAL (Tráfegos Leve e Médio do Segmento 1) e CBUQ POLIMERIZADO ( Tráfego pesado do Segmento 1 , Tráfegos médio e pesado do Segmento 2). Destaca-se ainda que os pontos de ônibus terão as estruturas equivalente a tráfego leve.

Na pista existente e nos acostamentos estão previstas readequações da mesma e para tanto foram projetadas estruturas diferenciadas e assim constituídas:

➤ READEQUAÇÃO DA PISTA EXISTENTE (km 530 + 280 ao km 531 + 600)

Segmento constituído basicamente de 10 cm de CAUQ Polimerizado, 18 cm de Brita graduada Melhorada com 2% de cimento e 18 cm de Brita Graduada Tratada com 4% de Cimento;

➤ READEQUAÇÃO DO ACOSTAMENTO EXISTENTE (km 530 + 280 ao km 531 + 600)

Segmento constituído basicamente de CAUQ Convencional variando em cunha de 10 cm na lateral da faixa de rolamento e finalizando no bordo do acostamento com 4 cm, 18 cm de Brita Graduada de cimento e 18 cm de Brita Graduada simples e 18 cm de Brita Graduada Tratada com 4% de Cimento;

Os principais serviços a serem executados nas estruturas dos pavimentos das Melhorias do Trecho Norte, são descritos a seguir:

- Regularização do subleito

É o conjunto de operações que visa conformar a camada final de terraplenagem, mediante cortes e/ou aterros de até 0,20 m, conferindo-lhe condições adequadas em termos geométricos e de compactação.

A Especificação a ser seguida para o desenvolvimento dos trabalhos é a DNIT 137/2010-ES e deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

Cortes e aterros com espessuras superiores a 20 cm devem ser executados previamente à execução da regularização do subleito, de acordo com as especificações de terraplenagem DNIT 105/2009- ES, DNIT 106/2009-ES, DNIT 107/2009-ES e DNIT 108/2009-ES.

Os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente os do próprio subleito. Em caso de substituição ou adição de material, estes devem ser provenientes de ocorrências de materiais indicadas no projeto.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

- a) Motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) Carro tanque distribuidor de água;
- c) Rolos compactadores autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratórios e pneumáticos;
- d) Grades de discos, arados de discos e tratores de pneus; e
- e) Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura devem ser escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

Os materiais utilizados na execução da regularização do subleito devem ser rotineiramente examinados mediante a execução dos seguintes procedimentos elencados no item 7.1 da DNIT 137/2010-ES.

O controle da execução da regularização do subleito deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Deverão ser efetuados as seguintes determinações e ensaios:

- a) Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos

aleatoriamente (método DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida

para a umidade higroscópica deve ser de  $\pm 2\%$  em relação à umidade ótima;

b) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ”, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com volumes de, no máximo, 1.250 m<sup>3</sup> de material, devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações para o cálculo de grau de compactação (GC); e

c) Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no laboratório.

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as disposições gerais do item 8 (Critérios de medição) da DNIT 137/2010- ES.

- Sub-base de Brita Graduada Tratada com Cimento

A Brita graduada tratada com cimento é o produto resultante da mistura, em usina, “ou in loco” de pedra britada, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos, em proporções determinadas experimentalmente. Após misturação, compactação e cura, a mistura adquire propriedades físicas específicas para atuar como camada de base ou sub-base de pavimentos.

A especificação a ser seguida é a ET-DE-P00/009 DER-SP e consistirá de espalhar o material granular na pista, previamente usinado e já nas proximidades da umidade ótima, sobre a camada de regularização do subleito, utilizando distribuidor de agregados se usinado ou recicladora preferencialmente, capaz de distribuir o material em espessura uniforme, considerando que a espessura final será influenciada pela compactação. Distribuir mecanicamente, na porção

correspondente ao previsto no projeto para Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC, a quantidade de cimento Portland indicada no projeto e verificada na dosagem da mistura. A porção remanescente, que corresponde à sub-base de Brita Graduada sob o acostamento, também receberá cimento e no mesmo percentual da pista. Atuar com recicladora, homogeneizando o material e proporcionando a adequada dispersão do cimento incorporado, parte correspondente à BGTC.

Nos trechos em tangente, a compactação deve evoluir partindo das bordas para eixo, e nas curvas, partindo da borda interna para borda externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir, ao menos, a metade da faixa anteriormente compactada.

A compactação será executada mediante emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável e deve evoluir até que se obtenha 100% de grau de compactação da energia intermediária, com relação à energia especificada e mediante o emprego de rolos vibratórios lisos e de rolos pneumáticos de pressão regulável.

A largura de cada pano não deve permitir que juntas longitudinais se situem abaixo de trilhas de tráfego. O mesmo procedimento deve ser realizado nas juntas transversais, as quais não devem coincidir com bueiros, drenos ou outros fatores que venham a enfraquecer a seção.

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou em caso de interrupção dos serviços, deve ser executada uma junta transversal de construção, mediante corte vertical da camada, podendo ser utilizados: rompedores, ferramentas manuais ou lâmina da motoniveladora.

O espalhamento não pode ser realizado sob chuva.

A duração da atividade de compactação até o acabamento da camada não deve exceder 3 horas. Do mesmo modo, a duração entre a adição de cimento à mistura e o início da compressão, também, não pode ultrapassar 3 horas.

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que:

a) as variações individuais das cotas obtidas estejam compreendidas no intervalo de -2 cm a +1 cm em relação à de projeto;

- b) não se obtenham diferenças nas espessuras superiores a 10% em relação a espessura de projeto, em qualquer ponto da camada;
- c) a espessura determinada estatisticamente através, controle bilateral e situe-se no intervalo de  $\pm 5\%$  em relação à espessura prevista em projeto;
- d) não se obtenham valores individuais da largura da plataforma inferiores as de projeto;
- e) o abaulamento transversal esteja compreendido na faixa de  $\pm 0,5\%$  em relação ao valor de projeto, não se admitindo depressões que propiciem o acúmulo de água.

O acabamento da superfície é aceito desde que:

- a) a variação máxima entre dois pontos de contato, de qualquer uma das réguas e a superfície da camada, não seja superior a 0,5 cm;
- b) na inspeção visual não se deve verificar segregação dos materiais;
- c) as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências.

A superfície da brita graduada com cimento deve ser protegida contra a evaporação da água por meio de imprimação com emulsão asfáltica RR-2C. A película protetora deve ser aplicada em quantidade suficiente para construir uma membrana contínua. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação. Previamente à aplicação da pintura de cura, se necessário, a camada deve ser adequadamente umedecida.

A aplicação da imprimação da camada só deve ser executada se a camada tiver sido liberada pela fiscalização. No caso de ocorrência de chuvas, antes da aplicação da imprimação, a camada de BGTC deve ser removida e refeita, sem ônus ao contratante.

Quanto aos controles de execução deverão ser seguidos os procedimentos contidos no item 6.3 da ET-DE-P00/009 DER-SP e nas recomendações contidas nos relatórios de projeto nos Volume 1 e 2.

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

- a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carregados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;
- e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;
- f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na base e/ou sub-base de brita graduada tratada com cimento junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;
- g) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

- Base de Brita Graduada Melhorada com Cimento e Base de Brita Graduada  
Deverá ser seguida a especificação ET-DE-P00/009 DER-SP e demais recomendações acima e àquelas situadas nos Volumes 1 e 2, exceto o teor de cimento que a base terá de 2% em peso e na readequação do acostamento não levará nenhum cimento, ou seja, a base dos acostamentos será em brita graduada simples.
- Pintura de Cura

Tão logo seja liberada a compactação das camadas cimentadas (BGTC e BGMC) deverá ser aplicada sobre as mesmas uma pintura de cura. Sinalizar e isolar



completamente o trecho a receber esta pintura para evitar que qualquer tráfego entre no trecho antes da efetiva cura.

A superfície da brita graduada com cimento deve ser protegida contra a evaporação da água por meio de pintura com emulsão asfáltica RR-2C. A película protetora deve ser aplicada em quantidade suficiente para construir uma membrana contínua. Este procedimento deve ser executado imediatamente após o término da compactação. Previamente à aplicação da pintura de cura, Varrer ou soprar o trecho para remover toda poeira ou partículas soltas e se necessário, a camada deve ser adequadamente umedecida.

- Imprimação

A Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base granular concluída, e deverá ser aplicada sobre as bases compostas de brita graduada ( readequação de acostamento e melhorias) com o objetivo de conferir coesão superficial, impermeabilização antes da pintura de ligação e o revestimento serem executados.

Antes da execução dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.

Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

Antes da aplicação do ligante asfáltico a pista pode ser levemente umedecida.

Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico, na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para seu espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento dos asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos Saybolt Furol (NBR 14.491:2007). Se utilizar EAI a viscosidade de espalhamento é de 20 a 100 segundos Saybolt Furol.

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

Deve-se imprimir a largura total da pista em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em uma faixa de tráfego e executa-se a imprimação da faixa de tráfego adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego, depois da efetiva cura, deve ser condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos iniciais e finais das aplicações devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais devem ser a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

Deve se tomar cuidado com a preservação ambiental e para tanto devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos e/ou instituídos no instrumental técnico normativo pertinente vigente na ANTT/DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, compreendendo o Projeto de Engenharia, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

- Pintura de Ligação

A pintura de ligação deverá os preceitos da especificação DNIT 145/2012 – ES e será aplicada entre as duas camadas asfálticas previstas, ou como forma de reavivar a condição ligante da pintura aplicada sobre a base (BGMC ou BG).

O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície a ser pintada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

Sinalizar e isolar completamente o trecho a receber a pintura para evitar que qualquer tráfego entre no trecho antes da efetiva cura.

Varrer ou soprar o trecho para remover toda poeira ou partículas soltas, umedecer levemente o trecho e então aplicar o ligante na taxa e temperatura adequadas, de maneira uniforme. Definir a temperatura de aplicação em função da viscosidade do ligante.

- **Macadame Seco**

As sub-bases de macadame seco deverão seguir a ET-DE-P00/011 do DER-SP e serão constituídas por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

Deverão ser assentadas sobre a regularização do subleito e sobre essa deverá previamente ser executada uma camada de bloqueio ou isolamento na parte inferior da camada de macadame seco, limitada à espessura de 0,04 m após a compactação, constituídos por finos da britagem, aplicada nos casos que a camada subjacente ao macadame seco é constituída por solos com mais de 35% passando na peneira 200.

O diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo deve satisfazer a faixa granulométrica da Tabela 1 da ET-DE-P00/011 do DER-SP.

A perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30% e o desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%.

O material de enchimento e da camada de isolamento deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre 3/4" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria inferior a 3/8", de forma a permitir o

travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito.

A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.

Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:

- se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;
- se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.

A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada de macadame seco.

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes, bem como os controles defelctométricos especificados no projeto.

- CBUQ com polímeros SBS

Concreto asfáltico com asfalto polímero - mistura executada em usina apropriada, com características específicas, constituída de agregado, material de enchimento (filer) se necessário, e cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero do tipo SBS, espalhada e comprimida a quente e deverá seguir os procedimentos descritos na DNER-ES 385/99 – ES.

Destaca-se que o CBUQ polimerizado será utilizado no Segmento 1 ( marginais, acessos e interseções) com tráfego pesado, no segmento 2 (marginais, acessos e interseções) com tráfego médio e pesado, bem como na readequação da pista existente ( Segmento 2 ). Na readequação do acostamento do Segmento 2 e nas melhorias do Segmento 1 de tráfego leve e médio será utilizado CBUQ convencional.

Não será permitida a execução dos serviços, sob condições climáticas adversas, tais como chuva, ou temperaturas inferiores a 10°C e todo o carregamento de cimento asfáltico modificado por polímero que chegar à obra deve apresentar certificado de análise além de trazer indicação clara da sua procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte até o canteiro de serviço.

Os materiais constituintes do concreto asfáltico com asfalto polímero são agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento (filer) se necessário, e cimento asfáltico modificado por polímero do tipo SBS, os quais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER. O concreto asfáltico com asfalto polímero deve satisfazer aos requisitos exigidos na Especificação DNER-ES 385/99 – ES.

A composição do concreto asfáltico com asfalto polímero deve satisfazer os requisitos do quadro que consta no item 5.2.1 da DNER-ES 385/99 – ES, com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de cimento asfáltico, bem como as tolerâncias, desde que os limites da faixa não sejam ultrapassados. Destaca-se ainda que a faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento.

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme e provida de coletor de pó. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C (precisão  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de  $\pm 5^\circ\text{C}$ .

Transportar a massa asfáltica (CBUQ) da usina em caminhões tipo basculante cobertos com lonas, observando que a temperatura da massa cairá ao longo do percurso, e a temperatura de aplicação deve obedecer ao intervalo especificado no projeto da massa. Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, e outros) não são permitidos.

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim ou outro sistema de misturação, para colocar a mistura exatamente na faixa, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

O equipamento para compactação é constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm<sup>2</sup> a 8,4kgf/cm<sup>2</sup> (35 psi a 120 psi).

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

A compactação é iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. A operação de rolagem perdura até o momento em que a compactação especificada é atingida.

Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

Antes de iniciar a construção da camada de concreto asfáltico, a superfície subjacente deve estar limpa e com a pintura de ligação executada. Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, deve ser feita uma pintura de ligação.

A temperatura de aquecimento do asfalto polímero deve ser em função do teor de polímero. A temperatura conveniente para aquecimento do ligante é de 150°C acrescida de 3°C para cada 1% de polímero: 150°C + 3°C / 1% polímero. A temperatura máxima deve ser de 180°C.

Destaca-se ainda que deverá ser executado o CBUQ polimerizado na espessura de 10 centímetros em duas camadas de 5 centímetros cada e a abertura ao tráfego deverá ser realizada após o seu completo resfriamento.

Os cuidados observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque de ligante asfáltico e operação da usina.

Devem ser realizados ensaios Marshall e de Resistência à Tração em corpos-de-prova, por jornada de 8 horas de trabalho.

O número das determinações ou ensaios de controle da usinagem do concreto asfáltico por jornada de 8 horas de trabalho, deve ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo executante, conforme a tabela de amostragem variável constante na DNER-ES 385/99 – ES.

- CBUQ convencional

O Concreto Asfáltico (CBUQ convencional) consiste de uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filer) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente, destacando que essa mistura será utilizada na readequação do acostamento da pista existente e nos projetos de melhorias do Segmento 1 de tráfego leve e médio.



A aplicação na pista deverá ser realizada após a execução das duas camadas de CBUQ com ligante polimerizado executadas na pista de rolamento, e com a base do acostamento tendo recebido previamente uma pintura de ligação com o objetivo de reavivar a imprimação. Executar o CBUQ convencional nos acostamentos em forma de cunha, de maneira que, na emenda com a pista, este terá 10 cm, alinhando-se com a superfície acabada da pista de rolamento, e, no bordo externo, terá espessura de 4 cm. Nas melhorias verificar a estrutura projetada com a respectiva espessura de CBUQ convencional e/ou polimerizado.

Os cuidados relativos a execução são relativamente similares aos do CBUQ polimerizado. Portanto deverão seguir todas as indicações técnicas quanto aos materiais a empregar, aos equipamentos, execução, manejo ambiental, inspeção, verificação do produto, plano de amostragem e critérios de medição constantes das especificações de serviço DNIT 031/2006.

### **2.1.5 SINALIZAÇÃO**

Os serviços de Sinalização estão assim distribuídos:

- Sinalização horizontal

Antes de iniciar a pintura das faixas da sinalização horizontal deve-se ter certeza que o pavimento está limpo e seco.

Executar a pré-marcação de todo o trecho a ser pintado, então executar a pintura utilizando o equipamento adequado para cada tipo de pintura, observando as indicações do projeto executivo.

- Sinalização vertical

Confeccionar as placas de sinalização vertical de acordo com o projeto executivo.

Marcar e limpar os locais de implantação das placas definidas no projeto executivo e implantá-las com os suportes definidos para cada uma delas.

- Dispositivos de Segurança



As defensas metálicas devem ter os postes cravados no solo através de abertura de valas com posterior enchimento de concreto.

As barreiras são de concreto armado, moldado in loco.

- Sinalização de obra

A sinalização para o período de execução das obras deverá ter como referência o Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT – 2010 e tem o objetivo de alertar os condutores, bloquear e/ou canalizar o trânsito e, ainda, proteger pedestres, trabalhadores e equipamentos, de modo a evitar conflitos entre veículos em circulação.

A localização da obra na pista de rolamento determinará a alteração da circulação de forma específica, conforme a situação bloqueie o acostamento, faixas à direita, esquerda, no centro, ou em toda pista. Desta forma, o usuário deverá ser informado da existência de obras na rodovia 1000 m antes do início destas, contendo placas de sinalização de obras, cones, barreiras classe I, barreiras classe III, iluminação e bandeirinhas. A sinalização horizontal será feita com linha amarela simples e contínua com tachões bidirecionais. As várias localizações determinarão variações na forma de canalizar e também de sinalizar o trecho em obras.

## **2.2 SEQUÊNCIA EXECUTIVA**

### **2.2.1 DESCRIÇÃO**

A execução das obras e serviços inerentes ao projeto são fatores que causam transtornos no sistema viário local, diminuindo parcialmente o fluxo e a segurança na circulação de veículos. Nestas situações especiais e temporárias, faz-se necessário um plano contendo informações e orientações para subsidiar os trabalhos em campo.

## **2.2.2 PLANO DE ATAQUE AOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO**

O plano de ataque aos serviços do projeto é apenas indicativo, de modo que todas as especificações de serviços e normas de execução devem ser respeitadas.

Para uma melhor distribuição dos serviços e em cumprimento ao prazo previsto, os lotes foram divididos em fases de execução, estando indicadas nas respectivas pranchas do plano de execução de obra.

### **2.2.2.1 INTERSEÇÃO KM 478+300**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, podem ser executadas nesta etapa as duas alças externas ao dispositivo (ramo 100 e 200) e parte do ramo 300 (ligação com a vicinal existente).

No encaixe das alças com a rodovia deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar o fluxo da obra. O retorno em nível existente deverá operar normalmente durante esta fase.

Quando finalizada a fase 1 deve ser possível a transposição do fluxo da pista direita para o ramo 100 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa o fluxo da pista direita estará desviado para o ramo 100 da interseção, em apenas uma faixa de tráfego. O fluxo da pista esquerda não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível deverá operar normalmente.

Durante a fase 2 deve ser executado parcialmente a terraplenagem do ramo 300, bem como finalizada a implantação do viaduto localizado na pista direita da BR-040.

Quando finalizada a fase 2 deve ser possível a transposição do fluxo da pista esquerda para o ramo 200 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa o fluxo da pista esquerda estará desviado para o ramo 200 da interseção, em apenas uma faixa de tráfego. O fluxo da pista direita não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível terá o tráfego interrompido.

Durante a fase 3 deve ser finalizada a implantação do ramo 300, bem como o viaduto da pista esquerda.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.1.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>

b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas

c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)

d. Fck  $\geq$  20 MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.

e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

a. A perfuração em solo ou rocha deverá ser executada com uso de perfuratriz rotativa ou roto percussiva, com uso de revestimento.

b. O diâmetro da estaca em solo foi considerado como 40cm, e em rocha como 31cm.

c. A armadura somente deverá ser inserida no furo de escavação após a limpeza do mesmo por lavagem.

d. O processo de injeção deverá começar na ponta da estaca. O preenchimento deverá ser feito sempre de baixo para cima, até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.

e. A pressão de injeção deverá ser no mínimo de 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

f. A extração do revestimento deverá ser executada somente após preenchimento do furo. Deve-se, periodicamente, colocar a cabeça de injeção no topo do revestimento, aplicando-se pressão através da bomba de injeção de argamassa.

g. É vetada a execução de estacas com espaçamento inferiores a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12h.

h. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo raiz.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Devem-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010 - no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo raiz de fuste com diâmetro 410 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0022 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0023 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0031 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.1.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck ≥ 15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0023 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0032 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

### 2.2.2.1.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

-Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o

construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0026 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0027 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0028 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0029 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2



BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0030 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0034 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0035 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.1.4 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá

ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.

- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da

NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das cortinas e alas.

- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e, junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.
- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.
- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.
- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento, proteção dos taludes e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0036 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0025 - FORMAS - PISTA NORTE - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-478.300-OAE-ES-DE-E-0033 - ARMADURA - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### **2.2.2.2 INTERSEÇÃO KM 486+300**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, pode ser executado nesta etapa:

As alças externas ao dispositivo (ramo 100) e a marginal do ramo 1000. A execução da marginal deve ser realizada de modo a não bloquear os acessos existentes.

O encaixe dos ramos com a rodovia e as respectivas faixas de mudança de velocidade. Durante esta etapa deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra.

Execução das rotatórias do dispositivo (ramo 200 e 600).

Ramo 200 da interseção (executado simultaneamente com as contenções nos encontros da OAE).

- Fase 2

Nesta etapa deverá ser finalizada a execução da marginal do ramo 1000, com o término da execução nos locais de acesso existente.

Quando finalizada a fase 2 deve ser possível o desvio de ambos os fluxos da BR-040 para a marginal do ramo 1000 e ramo 100 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa ambos os fluxos da BR-040 estarão desviados. Durante a fase 3 deve ser finalizada a implantação do viaduto na interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

## 2.2.2.2.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Recomenda-se aplicar o ensaio de integridade física das estacas. Recomenda-se que este ensaio seja realizado em todas as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado.

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010

- no mínimo uma estaca de cada bloco, preferencialmente àquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista;

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo raiz de fuste com diâmetro 410 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131

## 2.2.2.2.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de

argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

#### 2.2.2.2.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.
- Deve-se então realizar o reaterro dos blocos e as contenções dos aterros de encontros.

#### 2.2.2.2.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.
- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá



conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.2.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do

lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.2.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar

isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.

- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E  
LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-486.300-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA  
E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### 2.2.2.3 INTERSEÇÃO KM 490+500

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução do ramo 100 e 200 da interseção.

Execução do ramo 300 da interseção simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização dos ramos da interseção (interconectados com as marginais existentes do perímetro urbano) como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para os ramos da interseção previamente executados. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.3.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- O início da execução das estacas dos apoios extremos deverá ocorrer somente após a execução dos aterros de encontro e a observação da completa estabilização dos recalques previstos, evitando esforços atuantes na fundação não previstos em projeto.

- Executar a escavação dos blocos, com escoramentos provisórios para evitar a demolição de pavimento existente.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)

d.  $f_{ck} \geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.

e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Devem-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010 - no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0025 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DAS ESTACAS



### 2.2.2.3.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - INFRAESTRUTURA -  
DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
BLOCOS

### 2.2.2.3.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.1

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.2

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0026 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
PILARES

### 2.2.2.3.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as

tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.3.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0009 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

## 2.2.2.3.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feita das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das

formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E  
LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-490.500-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA  
E LAJE DE APROXIMAÇÃO

#### **2.2.2.4 INTERSEÇÃO KM 494+500**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, pode ser executado nesta etapa as duas alças externas ao dispositivo (ramo 100 e 200).

No encaixe das alças com a rodovia deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra. O retorno em nível existente deverá operar normalmente durante esta fase.

Quando finalizada a fase 1 deve ser possível a transposição do fluxo da pista esquerda para o ramo 200 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.



- Fase 2

Nesta etapa o fluxo da pista esquerda estará desviado para o ramo 200 da interseção, em apenas uma faixa de tráfego. O fluxo da pista direita não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível terá o tráfego interrompido.

Durante a fase 2 deve ser executado parcialmente a terraplenagem do ramo 300, bem como finalizada a implantação do viaduto localizado na pista esquerda da BR-040.

Quando finalizada a fase 2 deve ser possível a transposição do fluxo da pista direita para o ramo 100 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa o fluxo da pista direita estará desviado para o ramo 100 da interseção, em apenas uma faixa de tráfego. O fluxo da pista esquerda não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível terá o tráfego interrompido.

Durante a fase 3 deve ser finalizada a implantação do ramo 300, bem como o viaduto da pista direita.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.4.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior, e respectivas contenções.
- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)
- d. Fck  $\geq$  20 MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

- a. A perfuração em solo ou rocha deverá ser executada com uso de perfuratriz rotativa ou roto percussiva, com uso de revestimento.
- b. O diâmetro da estaca em solo foi considerado como 40cm, e em rocha como 31cm.
- c. A armadura somente deverá ser inserida no furo de escavação após a limpeza do mesmo por lavagem.
- d. O processo de injeção deverá começar na ponta da estaca. O preenchimento deverá ser feito sempre de baixo para cima, até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.
- e. A pressão de injeção deverá ser no mínimo de 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

f. A extração do revestimento deverá ser executada somente após preenchimento do furo. Deve-se, periodicamente, colocar a cabeça de injeção no topo do revestimento, aplicando-se pressão através da bomba de injeção de argamassa.

g. É vetada a execução de estacas com espaçamento inferiores a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12h.

h. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo raiz.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010  
- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisado por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo raiz de fuste com diâmetro 410 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0005 - PISTA SUL - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0006 - PISTA NORTE - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.4.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS      BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.4.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga

deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os

nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0013 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0024 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0025 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.4.4 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feita das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar



isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das cortinas e alas.

- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e, junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.
- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.
- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.
- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0026 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0027 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0011 - FORMAS - PISTA SUL - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0012 - FORMAS - PISTA NORTE - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0022 - ARMADURA - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

BR040-MG-494.500-OAE-ES-DE-E-0023 - ARMADURA - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

#### **2.2.2.5 INTERSEÇÃO KM 498+300**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, pode ser executado nesta etapa:

As duas alças externas ao dispositivo (ramo 100 e 300).

O encaixe das alças com a rodovia e as respectivas faixas de mudança de velocidade. Durante esta etapa deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra.

Execução da rotatória esquerda do dispositivo (ramo 500).

Melhoria de acesso do km 498+700 (ramo 600).

Baias de parada de ônibus do km 498+700.

Acesso do ramo 700 e 800.

Nesta etapa o posto de combustível deverá ter um acesso provisório (indicado em planta). O retorno em nível existente deverá operar normalmente durante esta fase.

Quando finalizada a fase 1 deve ser possível a transposição do fluxo da pista esquerda para o ramo 100 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa o fluxo da pista esquerda estará desviado para o ramo 100 da interseção. O fluxo da pista direita não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível terá o tráfego interrompido.

Durante a fase 2 deve ser executado parcialmente a terraplenagem do ramo 200, bem como finalizada a implantação do viaduto localizado na pista esquerda da BR-040. Nesta etapa será também finalizada a OAE em frente ao posto de combustível (ramo 300).

Quando finalizada a fase 2 deve ser possível a transposição do fluxo da pista direita para o ramo 300 da interseção, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa o fluxo da pista direita estará desviado para o ramo 300 da interseção. O fluxo da pista esquerda não sofrerá nenhum desvio e operará normalmente. Nesta etapa o retorno em nível terá o tráfego interrompido.

Durante a fase 3 deve ser finalizada a implantação do ramo 200, bem como o viaduto da pista direita.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.5.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)
- d. Fck  $\geq$  20 MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

- a. A perfuração em solo ou rocha deverá ser executada com uso de perfuratriz rotativa ou roto percussiva, com uso de revestimento.

- b. O diâmetro da estaca em solo foi considerado como 40cm, e em rocha como 31cm.
- c. A armadura somente deverá ser inserida no furo de escavação após a limpeza do mesmo por lavagem.
- d. O processo de injeção deverá começar na ponta da estaca. O preenchimento deverá ser feito sempre de baixo para cima, até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.
- e. A pressão de injeção deverá ser no mínimo de 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>.
- f. A extração do revestimento deverá ser executada somente após preenchimento do furo. Deve-se, periodicamente, colocar a cabeça de injeção no topo do revestimento, aplicando-se pressão através da bomba de injeção de argamassa.
- g. É vetada a execução de estacas com espaçamento inferiores a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12h.
- h. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo raiz.
- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.
  - Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS
  - Devem-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010 - no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo raiz de fuste com diâmetro 410mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0005 - PISTA SUL - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0006 - PISTA NORTE - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.5.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 -  $f_{ck} \geq 15$ ) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser

saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS    BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.5.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.



- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0013 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0024 - ARMADURA - TRANSVERSINA - ARMADURA ATIVA

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0025 - ARMADURA - TRANSVERSINA - ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.5.4 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.
- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das cortinas e alas.
- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e, junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.
- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento, proteção de taludes e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0026 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0027 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0011 - FORMAS - PISTA SUL - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0012 - FORMAS - PISTA NORTE - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0022 - ARMADURA - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

BR040-MG-498.300-OAE-ES-DE-E-0023 - ARMADURA - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

#### **2.2.2.6 INTERSEÇÃO KM 502+850**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução do ramo 1000 e 2000 da interseção.

Execução do ramo 100 da interseção simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Execução das agulhas do ramo 200 e 300.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização dos ramos da interseção como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para os ramos da interseção previamente executados. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

## 2.2.2.6.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- O início da execução das estacas dos apoios extremos deverá ocorrer somente após a execução dos aterros de encontro e a observação da completa estabilização dos recalques previstos, evitando esforços atuantes na fundação não previstos em projeto.

- Executar a escavação dos blocos, com escoramentos provisórios para evitar a demolição de pavimento existente.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)
- d. Fck  $\geq$  20 MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS



- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010  
- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.6.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 -  $f_{ck} \geq 15$ ) com espessura de 5cm para assentamento dos blocos de fundação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de

desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA -  
DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
BLOCOS

### 2.2.2.6.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.1

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.2

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
PILARES

#### 2.2.2.6.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de

apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.6.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo

entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.6.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feita das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as

tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.

- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:



BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-502.850-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### 2.2.2.7 INTERSEÇÃO KM 505+000

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução dos ramos externos da interseção (1000, 2000 e 200).

Execução de ambas as rotatórias do ramo 100. O aterro irá ser executado simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Execução da agulha do ramo 400.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização dos ramos da interseção como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para os ramos da interseção previamente executados. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.7.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- A equipe topográfica deve realizar a locação das sapatas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

#### 2.2.2.7.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS SAPATAS - FUNDAÇÃO DIRETA

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das sapatas, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

#### 2.2.2.7.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.
- Deve-se então realizar o reaterro das sapatas e as contenções dos aterros de encontros.

#### 2.2.2.7.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas e cortinas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas e cortinas, as formas podem ser retiradas.

#### 2.2.2.7.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Terminado posicionamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

#### 2.2.2.7.6 SUPERESTRUTURA E CONTENÇÕES - LAJES E TERRA ARMADA.

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras e posicionamentos dos tubos verticais dos drenos.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto da laje seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas.
- Após a cura da laje do tabuleiro devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.
- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se posicionar a laje de transição e iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

#### **2.2.2.8 INTERSEÇÃO KM 508+300**

- Fase 1

Nesta etapa poderão ser executados:

Marginal do ramo 3000.

Agulha do ramo 200 e 30.

Alças da interseção do ramo 500 e 600. Nesta etapa o ramo 100 será executado parcialmente da estaca 106 a 144.

O encaixe dos ramos com a rodovia e as respectivas faixas de mudança de velocidade. Durante esta etapa deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra.

Nesta etapa deve ser executado e liberado para o tráfego o viaduto da pista esquerda sobre o ramo 100. Durante a implantação o fluxo da pista esquerda será desviado para a pista direita através de dois desvios de tráfego provisórios (indicados nas plantas). O fluxo da BR-040 será em pista simples – mão dupla com uma faixa de tráfego por sentido.

- Fase 2

Nesta etapa deverá ser finalizada a implantação do ramo 100, com a execução do viaduto da pista direita. Durante esta etapa o fluxo da pista esquerda não sofrerá nenhuma interrupção e o fluxo da pista direita será desviado para a marginal do ramo 3000.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

## PISTA NORTE

### 2.2.2.8.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior, e respectivas contenções.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 400kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme NBR NM67: entre 19cm a 25cm
- c. Fator A/C  $\geq 0,60$
- d. Agregado: areia e pedrisco
- e. % de argamassa em massa  $\geq 55\%$
- f. Fck  $\geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- g. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

- a. A perfuração deve ser contínua, até a cota prevista em projeto;
- b. A concretagem deve ser executada até a superfície do terreno;
- c. Se a concretagem for realizada com o trado girando, este deve girar no sentido da perfuração;
- d. A armadura deve ser colocada imediatamente após a concretagem.
- e. Para assegurar a centralização e verticalidade da estaca, o equipamento de perfuração deve ser posicionado e nivelado;
- f. Não se deve executar estacas contíguas em um prazo menor que 24h;



g. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo hélice contínua monitorada.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010  
- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisado por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo hélice contínua monitorada de fuste com diâmetro 600mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0022 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0023 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0031 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

## 2.2.2.8.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.
- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0023 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0032 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

### 2.2.2.8.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelhos avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade

com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades da mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0026 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0027 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0028 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0029 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0030 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0035 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0036 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.8.4 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.

- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas

devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortinas e alas.

- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e, junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.
- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.
- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.
- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0024 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0037 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE PARTE 1/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0038 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE PARTE 2/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0025 - FORMAS - PISTA NORTE - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0033 - ARMADURA - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

PISTA SUL

#### 2.2.2.8.5 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior, e respectivas contenções.



- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 400kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme NBR NM67: entre 19cm a 25cm
- c. Fator A/C  $\geq 0,60$
- d. Agregado: areia e pedrisco
- e. % de argamassa em massa  $\geq 55\%$
- f. Fck  $\geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- g. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

- a. A perfuração deve ser contínua, até a cota prevista em projeto;
- b. A concretagem deve ser executada até a superfície do terreno;
- c. Se a concretagem for realizada com o trado girando, este deve girar no sentido da perfuração;
- d. A armadura deve ser colocada imediatamente após a concretagem.
- e. Para assegurar a centralização e verticalidade da estaca, o equipamento de perfuração deve ser posicionado e nivelado;
- f. Não se deve executar estacas contíguas em um prazo menor que 24h;

g. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo hélice contínua monitorada.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010  
- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo hélice contínua monitorada de fuste com diâmetro 600 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

## 2.2.2.8.6 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.
- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.8.7 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas,

devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0008 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0009 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.8.8 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.
- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar

a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das cortinas e alas.

- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e, junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;



- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.
- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.
- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.
- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - PISTA SUL - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-508.300-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### **2.2.2.9 INTERSEÇÃO KM 511+000**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Marginal direita - ramo 3000.

Marginal esquerda - ramo 6000.

Agulha do ramo 20, 40 e 900.

Execução parcial do ramo 100 (não será executado os locais onde há os acessos existentes e o segmento próximo a BR-040 onde será implantado os viadutos).

Alças da interseção do ramo 200, 300, 600 e 800.

Readequação do arruamento municipal – ramo 0.

O encaixe dos ramos com a rodovia e as respectivas faixas de mudança de velocidade. Durante esta etapa deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a finalização da interseção nos locais dos atuais acessos.

- Fase 2

Nesta etapa deverá ser finalizada a implantação da interseção nos locais dos atuais acessos. O fluxo de perímetro urbano terá acesso garantido pelas marginais e agulhas já executadas.

Quando finalizada a fase dois deverá ser possível a utilização das marginais e ramos da interseção como desvios para ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa deverá ser finalizada a implantação do ramo 100, com a execução dos dois viadutos sobre o mesmo. Durante esta etapa os fluxos da BR-040 serão desviados utilizando-se das marginais e alças da interseção já executados.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.9.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- Executar a escavação dos blocos e da pista inferior.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)
- d. Fck  $\geq$  20 MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- Conforme recomendações do parecer geológico geotécnico, em consonância com a NBR 6122:2010, seguem alguns pontos a serem considerados:

- a. A perfuração em solo ou rocha deverá ser executada com uso de perfuratriz rotativa ou roto percussiva, com uso de revestimento.
- b. O diâmetro da estaca em solo foi considerado como 40cm, e em rocha como 31cm.

- c. A armadura somente deverá ser inserida no furo de escavação após a limpeza do mesmo por lavagem.
- d. O processo de injeção deverá começar na ponta da estaca. O preenchimento deverá ser feito sempre de baixo para cima, até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do revestimento.
- e. A pressão de injeção deverá ser no mínimo de 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>.
- f. A extração do revestimento deverá ser executada somente após preenchimento do furo. Deve-se, periodicamente, colocar a cabeça de injeção no topo do revestimento, aplicando-se pressão através da bomba de injeção de argamassa.
- g. É vetada a execução de estacas com espaçamento inferiores a cinco diâmetros em intervalo inferior a 12h.
- h. Seguir demais especificações da NBR 6122:2010, conforme utilização de estaca do tipo raiz.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010

- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de

fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0004 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.9.2 INFRAESTRUTURA/MESOESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as

informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA SUL - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - PISTA NORTE - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS    BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

### 2.2.2.9.3 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades da mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0011 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO  
TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0022 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0023 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA



#### 2.2.2.9.4 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos

estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras das cortinas e alas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das cortinas e alas.

- Com as formas e armaduras das cortinas e alas isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina, as formas devem ser retiradas e iniciado o processo de acabamento da interface solo-cortina conforme detalhe das extremidades (folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES), com a implantação de dreno, reaterro compactado com solo-cimento (8% em peso) em camadas de 20cm e coluna de areia média a grossa. O procedimento de reaterro deverá ser executado conforme norma DNIT 108/2009. No topo do reaterro, deve-se executar um lastro com 5cm de espessura para acomodar a laje de aproximação, e,

junto à cortina, com poliuretano. Deve-se então proceder ao posicionamento das formas das lajes de aproximação.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da laje de aproximação. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das lajes de transição, as formas podem ser retiradas.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento, proteção dos taludes e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - PISTA SUL - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - PISTA NORTE - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0024 - ARMADURAS - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0025 - ARMADURAS - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - PISTA SUL - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - PISTA NORTE - DETALHE DA CORTINA E ALAS

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - PISTA SUL - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

BR040-MG-511.000-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURA - PISTA NORTE - ARMAÇÃO DA CORTINA, ALAS E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### **2.2.2.10 INTERSEÇÃO KM 515+800**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução das marginas dos ramos 3000 e 8000.

Execução dos ramos 200, 300 e 400 da interseção.

Execução do ramo 100 da interseção simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Execução das agulhas do ramo 80, 500 e 600.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização dos ramos da interseção como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para os ramos da interseção previamente executados. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.10.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- O início da execução das estacas dos apoios extremos deverá ocorrer somente após a execução dos aterros de encontro e a observação da completa estabilização dos recalques previstos, evitando esforços atuantes na fundação não previstos em projeto.

- Executar a escavação dos blocos, com escoramentos provisórios para evitar a demolição de pavimento existente.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 400kg/m<sup>3</sup>;
- b. Abatimento ou slump test conforme NBR NM67: entre 19cm a 25cm;
- c. Fator  $a/c \leq 0,6$ ;
- d. Agregado: areia e pedrisco
- e. % de argamassa em massa  $\geq 55\%$ ;
- f. Traço tipo bombeado
- f.  $F_{ck} \geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.
- g. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010

- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

#### 2.2.2.10.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou

conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA -  
DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
BLOCOS

### 2.2.2.10.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:



BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.1

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.2

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.3

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
PILARES

#### 2.2.2.10.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá

conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS DAS EXTREMIDADES

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA TRAVESSA CENTRAL

#### 2.2.2.10.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

-Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo

entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0010 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0022 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0023 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.10.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.

- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser

saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.

- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.

- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da

cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0024 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-515.800-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA  
E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### 2.2.2.11 INTERSEÇÃO KM 517+200

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução das marginais dos ramos 5000 e 8000.

Execução das agulhas (ramo 300,400, 500 e 600).

Execução da rotatória do ramo 200.

Execução do ramo 100 da interseção simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização das marginais como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para as marginais previamente executadas. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.11.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- O início da execução das estacas dos apoios extremos deverá ocorrer somente após a execução dos aterros de encontro e a observação da completa estabilização dos recalques previstos, evitando esforços atuantes na fundação não previstos em projeto.

- Executar a escavação dos blocos, com escoramentos provisórios para evitar a demolição de pavimento existente.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 400kg/m<sup>3</sup>;
- b. Abatimento ou slump test conforme NBR NM67: entre 19cm a 25cm;
- c. Fator a/c  $\leq 0,6$ ;
- d. Agregado: areia e pedrisco
- e. % de argamassa em massa  $\geq 55\%$ ;
- f. Traço tipo bombeado



f.  $F_{ck} \geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.

g. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Devem-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010 - no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

## 2.2.2.11.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5 cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA -  
DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
BLOCOS

### 2.2.2.11.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.1

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.2

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
PILARES

### 2.2.2.11.4 MESOESTRUTURA - TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos

estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.11.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).

\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelhos avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

#### 2.2.2.11.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feita das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das

formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.



- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-517.200-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA E LAJE DE APROXIMAÇÃO

### **2.2.2.12 INTERSEÇÃO KM 520+500**

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, poderão ser executados nesta etapa os seguintes segmentos:

Alargamentos da BR-040 necessários para implantação das faixas auxiliares de mudança de velocidade para a interseção. Durante esta execução deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego da BR-040, de modo a afastar os condutores da obra.

Execução dos ramos 300, 400 e 10.000 da interseção.

Execução do ramo 200 da interseção simultaneamente com a terra armada nos encontros da OAE.

Quando finalizada a fase um deverá ser possível a utilização dos ramos da interseção como desvio de ambos os fluxos da BR-040, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa ambos os fluxos da rodovia deverão ser desviados para os ramos da interseção previamente executados. Deste modo poderá ser finalizada a execução da OAE da interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

- Escavação até a cota de fundo dos blocos e cravação das estacas;
- Execução dos blocos de fundação e cintas;
- Execução dos pilares;
- Execução das travessas;
- Montagem das vigas;
- Execução da terra armada até o nível da laje de transição;
- Execução da laje de transição, finalização da superestrutura, finalização da terra armada;

### 2.2.2.13 INTERSEÇÃO KM 531+800

- Fase 1

Execução do projeto nos locais em que não são necessárias interrupções ou desvios de tráfego para o fluxo da BR-040. Deste modo, pode ser executado nesta etapa:

As duas alças externas ao dispositivo (marginais 9000 e 12000). A execução das marginais deve ser realizada de modo a não bloquear os acessos existentes.

Agulhas do ramo 500 e 600, bem como o encaixe das agulhas com a rodovia e as respectivas faixas de mudança de velocidade. Durante esta etapa deverá ser previsto a interdição de uma das faixas de tráfego, de modo a afastar o fluxo da obra.

Execução da rotatória esquerda e direita do dispositivo (ramo 200 e 300).

Readequação de traçado da linha geral – pista esquerda.

Ramo 100 da interseção (executado simultaneamente com as contenções nos encontros da OAE).

Quando finalizada a fase 1 deve ser possível a transposição do fluxo da pista direita para a marginal do ramo 9000, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 2.

- Fase 2

Nesta etapa o fluxo da pista direita estará desviado para a marginal do ramo 9000.

Durante a fase 2 deve ser executado a readequação da pista direita.

Quando finalizada a fase 2 deve ser possível a transposição do fluxo da pista esquerda para a marginal do ramo 12000, de modo que possam ser iniciados os serviços da fase 3.

- Fase 3

Nesta etapa ambos os fluxos da BR-040 estarão desviados para as marginais. Durante a fase 3 deve ser finalizada a implantação do viaduto na interseção.

Concluídos todos os serviços de pavimentação, deve ser executada a sinalização definitiva para o projeto.

Após a finalização dos serviços previstos em projeto a nova interseção será liberada ao tráfego.

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.13.1 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DAS ESTACAS

- O início da execução das estacas dos apoios extremos deverá ocorrer somente após a execução dos aterros de encontro e a observação da completa estabilização dos recalques previstos, evitando esforços atuantes na fundação não previstos em projeto.

- Executar a escavação dos blocos, com escoramentos provisórios para evitar a demolição de pavimento existente.

- A equipe topográfica deve realizar a locação das estacas conforme folha PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS\*.

\*O engenheiro responsável deve conferir a locação e solicitar correções caso sejam detectadas não conformidades;

- As estacas devem ser executadas conforme o procedimento descrito na folha de FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS. O concreto a ser utilizado deve satisfazer as seguintes exigências:

- a. Consumo de cimento não inferior a 300kg/m<sup>3</sup>
- b. Abatimento ou slump test conforme nbr nm67: entre 12cm a 14cm para estacas armadas
- c. Agregado: diâmetro máximo 19mm (brita 1)

d.  $F_{ck} \geq 20$  MPa aos 28 dias, conforme NBR 6118, NBR 5738 e NBR 5739.

e. Os corpos-de-prova de concreto devem ser moldados de acordo com a NBR 5738 e ensaiados de acordo com a NBR 5739.

- O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto alcançar sua resistência característica e estar em conformidade com as prescrições apresentadas na folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS.

- Deverão ser executados ensaios de integridade física das estacas (PIT). Recomenda-se que este ensaio seja realizado em 100% as estacas. Caso seja detectada alguma anomalia, o projetista deve ser consultado. Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

- Deve-se realizar os ensaios de prova de carga estática\*\* conforme NBR6122:2010

- no mínimo uma estaca de cada apoio, preferencialmente aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada, deve-se consultar o projetista; Ver notas da folha FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

\*\*Projeto e execução, inclusive materiais para as estacas e estruturas auxiliares de reação para realização de provas de carga estática, em estacas do tipo escavada de fuste com diâmetro 800 mm, com instrumentação e emissão de relatório técnico de acordo com a NBR-12131.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0003 - PLANTA DE LOCAÇÃO E COORDENADAS

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA - DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0014 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DAS ESTACAS

## 2.2.2.13.2 INFRAESTRUTURA - EXECUÇÃO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

- Deverá ser executado lastro de concreto magro (C15 - fck  $\geq$  15) com espessura de 5cm para assentamento dos blocos de fundação.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Deve-se proceder a conferência das armaduras, verificando o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos, os recobrimentos e as armaduras de espera. Todas as informações deverão estar em conformidade com os desenhos de formas e armaduras da infraestrutura. Em caso de dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, deve-se solicitar esclarecimentos ao projetista;
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos blocos, as formas podem ser retiradas e dado o início a execução da mesoestrutura.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0004 - FORMAS - INFRAESTRUTURA -  
DETALHE DOS BLOCOS E ESTACAS

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0015 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
BLOCOS

### 2.2.2.13.3 MESOESTRUTURA - PILARES

- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras de mesoestrutura - pilares.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.
- Após a completa cura do concreto dos pilares, as formas podem ser retiradas.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0007 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.1

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0008 - FORMAS - MESOESTRUTURA - APOIO  
E.2

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0016 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DOS  
PILARES

### 2.2.2.13.4 MESOESTRUTURA – TRAVESSA

- Após a cura dos pilares, deve-se proceder a montagem dos escoramentos metálicos para cimbramento das formas das travessas e plataforma de trabalho.
- Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos

estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras das travessas.

- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das travessas, as formas podem ser retiradas.

- Deve-se concretar os berços dos aparelhos de apoio, os quais devem ser posicionados em conformidade com os desenhos de locação dos aparelhos de apoio. Antes do posicionamento das vigas pré-moldadas o responsável deverá conferir o posicionamento dos aparelhos com especial atenção para a elevação do topo e o nivelamento dos mesmos, conforme detalhamento do projeto.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0017 - ARMADURA - ARMAÇÃO DAS TRAVESSAS

#### 2.2.2.13.5 SUPERESTRUTURA - VIGAS E TRANSVERSINAS

- As vigas deverão ser fabricadas (formas, armaduras, concreto e protensões) no mínimo 28 dias antes do lançamento das mesmas.

- Após o posicionamento dos aparelhos de apoio inicia a locação das vigas pré-moldadas por meio de guindaste.

\*Durante o içamento, o guindaste deverá levantar a viga de forma a mantê-la o mais nivelado possível (inclinação inferior a 5°).



\*\*O posicionamento das vigas deve ser iniciado pelas vigas centrais e seguindo para as laterais e alternando o vão. Deve-se ter o cuidado ao posicionar as vigas de modo a não introduzir deformações longitudinais ou laterais nos aparelhos de apoio. Caso seu posicionamento tenha introduzido deformações não previstas, a viga deverá ser retirada e o aparelho avaliado. Se o mesmo apresentar danos, deverá ser substituído antes do reposicionamento da viga.

- Executar contraventamento provisório das longarinas, após o içamento e preliminarmente à solidarização com a laje e transversinas.

- Terminado posicionamento das vigas e com o contraventamento provisório devidamente instalado, deve-se preparar a superfície de ligação com a segunda etapa de concretagem, que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto da transversina, a superfície de contato viga-transversina deverá ser apicoada.

- Terminado o apicoamento das vigas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da transversinas. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas, armaduras passivas e ativas das transversinas.

- Com as formas e armaduras da transversina isentas de inconformidades, a superfície de ligação deve ser molhada com água em abundância e inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura do concreto das transversinas, as formas devem ser retiradas para então realizar a protensão das mesmas.

- A protensão de cada transversina deve ser executada em uma etapa, pelas duas extremidades das mesmas de forma simultânea. Ao atingir o alongamento previsto, a sobra do cabo deve ser cortada. Logo após a protensão do cabo e do corte, os nichos\* de protensão devem ser preenchidos\*\* com aplicação de grout\*\*\* que não sofra retração.

\*Antes da aplicação do grout, o nicho de protensão deve estar livre de qualquer sujeira/pedrisco, óleo, graxa para que uma boa aderência seja conseguida entre o concreto e o grout.

\*\*Sob nenhuma circunstância os nichos poderão ficar expostos por muito tempo.

\*\*\*O grout usado para preenchimento do nicho não deve conter cloreto ou outra substância química conhecida por ser nociva ao aço de protensão.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0009 - FORMAS - VIGA L=36,50m

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0010 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 1/2

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0011 - ARMADURA ATIVA DA VIGA L=36,5m -  
PARTE 2/2

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0012 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 1/2

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0013 - ARMADURA PASSIVA DA VIGA  
L=36,5m - PARTE 2/2

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E  
DETALHES

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0019 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA ATIVA

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0020 - ARMADURA - TRANSVERSINA -  
ARMADURA PASSIVA

## 2.2.2.13.6 SUPERESTRUTURA - LAJES

- Inicia-se o posicionamento das pré-lajes. A distribuição longitudinal das pré-lajes deve ser feito das bordas para o centro de forma simétrica. A distribuição transversal deve partir do centro para as bordas, também de forma simétrica.
- Deve-se, então, posicionar as formas e os escoramentos dos balanços. Ao posicionar as formas da laje, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.
- Após o posicionamento das lajotas e formas, deve-se iniciar a montagem das armaduras.
- Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, deve-se preparar a superfície de ligação da pré-laje com a 2ª etapa de concretagem (laje), que deverá ficar bastante rugosa para garantir o monolitismo entre a peça pré-moldada e o concreto lançado posteriormente. Antes do lançamento do concreto, limpar bem a superfície que receberá o novo concreto, molhando antes com água em abundância.
- Inicia-se o lançamento do concreto da 2ª etapa de concretagem da laje conforme as especificações da NBR14931:2004. Este processo deve-se iniciar após 28 dias da concretagem das vigas.
- Após a completa cura da 2ª etapa de concretagem, deve-se iniciar a montagem das formas da 3ª etapa de concretagem da laje do tabuleiro (guarda-corpo e barreiras New Jersey). Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das

formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas deverá ser usada a folha FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES.

- Com as formas e armaduras laje isentas de inconformidades, inicia-se a 3ª etapa de lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- A partir do arremate da contenção, deve-se executar um lastro com 5 cm de espessura para acomodar a laje de aproximação.

- Após a completa cura do concreto das lajes dos balanços, as formas podem ser retiradas, deve-se iniciar a montagem dos escoramentos, formas e armaduras da cortina e da laje de transição. Ao posicionar as formas, devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo o uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004. Para montagem e conferência das formas e armaduras deverão ser usados os desenhos de formas e armaduras da cortina e laje de transição.

- Com as formas e armaduras da cortina e laje de transição isentas de inconformidades, inicia-se o lançamento do concreto conforme as especificações da NBR14931:2004.

- Após a completa cura da cortina e laje de transição, as formas devem ser retiradas para permitir a desmontagem do cimbramento e reaterro dos blocos de fundação.

- Após a completa cura da laje do tabuleiro, deve-se executar a pavimentação do tabuleiro.

- Após a execução da pavimentação, devem-se instalar as juntas de dilatação nas extremidades do tabuleiro. A instalação das juntas deve seguir as prescrições do fabricante.

- Terminada a instalação das juntas de dilatação, deve-se iniciar os trabalhos de acabamento e a posterior liberação da obra para o tráfego. Este processo deve-se iniciar 28 dias após o término da concretagem da laje do tabuleiro.

Segue abaixo folhas do Projeto Executivo para verificação:

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0005 - FORMAS - SEÇÃO TRANSVERSAL E DETALHES

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0021 - ARMADURAS - ARMAÇÃO DA LAJE

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0006 - FORMAS - DETALHE DA CORTINA E LAJE DE TRANSIÇÃO

BR040-MG-531.800-OAE-ES-DE-E-0018 - ARMADURA - ARMAÇÃO DA CORTINA E LAJE DE APROXIMAÇÃO

#### **2.2.2.14 PASSARELA KM 498+800**

- Execução da Obra de Arte Especial

##### **2.2.2.14.1 LOCAÇÃO DA PASSARELA**

Inicialmente deve-se efetuar a limpeza para implantação da Passarela bem como do canteiro de obras. Após a limpeza, a equipe topográfica deve realizar a locação das estacas em conformidade com o projeto estrutural. O engenheiro responsável deverá conferir a locação e solicitar correções caso seja detectado não conformidades;

##### **2.2.2.14.2 EXECUÇÃO DAS ESTACAS**

Com a correta locação das estacas inicia-se a sua execução, conforme o procedimento descrito no projeto estrutural. O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto ter alcançado sua resistência característica, e estar em conformidade com as prescrições apresentadas no projeto estrutural.

#### 2.2.2.14.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Terminado o arrasamento, realiza o ensaio de integridade física das estacas. Recomenda-se que este ensaio seja realizado em todas as estacas. Caso seja detectado alguma anomalia, a estaca não conforme deve ser descartada e a projetista informada para propor solução. Terminado os ensaios de integridade física, iniciam-se os ensaios de prova de carga estática. Deverá ser ensaiada pelo menos uma estaca de cada bloco, dando preferência a aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisado por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada no projeto estrutural, a projetista deverá ser informada para avaliar os resultados e propor solução

#### 2.2.2.14.4 PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO "A" NBR 6122:2010

Antes da concretagem dos blocos, o material de apoio das bases deverá ser inspecionado por engenheiro geotécnico, que confirmará "in loco" a capacidade de suporte do material, autorizando ou não a concretagem a referida inspeção poderá ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos (prescrição da nbr 6122:2010, anexo a, pg. 38), caso haja necessidade de aprofundar os blocos, a diferença entre cota de assentamento prevista e cota "de obra pode ser eliminada com preenchimento de concreto ( $f_{ck} = 10 \text{ mpa}$ ) até a cota prevista. Alternativamente pode-se aumentar o comprimento do pilar, desde que seja feita consulta prévia ao

projetista estrutural, que indicará as eventuais medidas adicionais que devem ser adotadas no que de refere à estrutura.

#### 2.2.2.14.5 MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Estando em conformidade e capacidade de suporte do terreno confirmada, inicia-se a execução das formas e posteriormente a armação.

Após execução das formas, as mesmas Devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

Após as formas, o responsável inicia a conferência das armaduras. Deve-se verificar o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos e os recobrimentos. Todas as informações deverão estar em conformidade com o projeto estrutural. Caso o projeto estrutural provoque alguma dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, o responsável deverá solicitar esclarecimentos a projetista;

#### 2.2.2.14.6 LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004. Caso seja necessário paralisar a concretagem e criar junta de concretagem não prevista, devem ser tomadas as devidas precauções para garantir

a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. Para tal, a NBR 14931:2004 recomenda que “o concreto deve ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando formas temporárias (por exemplo tipo “pente”), quando necessário, para garantir apropriadas condições de adensamento”. Antes de reiniciar o lançamento do concreto, a nata da pasta de cimento (vitrificada) existente sobre a junta deve ser removida por completo. Para tal pode-se utilizar jato de água sob forte pressão logo após o fim da pega (“corte verde”). Caso após o corte verde não se observe que a superfície apresente rugosidade suficiente para garantir adequada aderência, a superfície da junta deve ser jateada com abrasivos ou feito o apicoamento da superfície da junta, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente o agregado graúdo. Para este caso, o concreto já deve ter resistência suficiente para não propiciar a perda indesejável de material e a geração de vazios na região da junta.

Durante o processo de limpeza das juntas deve-se tomar especial cuidado para evitar o acúmulo de água em cavidades formadas pelo método de limpeza da superfície.

#### 2.2.2.14.7 REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Após a completa cura do concreto dos blocos de fundação, as formas podem ser retiradas e iniciado a execução da mesoestrutura.

#### 2.2.2.14.8 MONTAGEM DA MESOESTRUTURA

Finalizada a cura da infraestrutura inicia-se a montagem da mesoestrutura conforme plano de montagem fornecido pelo fabricante dos elementos pré-moldados.



#### 2.2.2.14.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Estando as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto de forma análoga ao descrito na 5<sup>o</sup> fase.

Antes do lançamento do concreto na laje superior, o responsável deverá averiguar o correto posicionamento dos tubos de papelão e se foi utilizado tubos de papelão danificados e em caso afirmativo providenciar a sua substituição. O lançamento do concreto deve iniciar no meio do vão e caminhando para as extremidades de forma simétrica (no sentido longitudinal e transversal) até completar toda sua extensão.

#### 2.2.2.14.10 REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Após a completa cura do concreto, as formas podem ser retiradas.

#### **2.2.2.15 PASSARELA KM 507+300**

- Execução da Obra de Arte Especial

##### 2.2.2.15.1 LOCAÇÃO DA PASSARELA

Inicialmente deve-se efetuar a limpeza para implantação da Passarela bem como do canteiro de obras. Após a limpeza, a equipe topográfica deve realizar a locação das estacas em conformidade com o projeto estrutural. O engenheiro responsável deverá conferir a locação e solicitar correções caso seja detectado não conformidades;

## 2.2.2.15.2 EXECUÇÃO DAS ESTACAS

Com a correta locação das estacas inicia-se a sua execução, conforme o procedimento descrito no projeto estrutural. O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto ter alcançado sua resistência característica, e estar em conformidade com as prescrições apresentadas no projeto estrutural.

## 2.2.2.15.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Terminado o arrasamento, realiza o ensaio de integridade física das estacas. Recomenda-se que este ensaio seja realizado em todas as estacas. Caso seja detectado alguma anomalia, a estaca não conforme deve ser descartada e a projetista informada para propor solução. Terminado os ensaios de integridade física, iniciam-se os ensaios de prova de carga estática. Deverá ser ensaiada pelo menos uma estaca de cada bloco, dando preferência a aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisado por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada no projeto estrutural, a projetista deverá ser informada para avaliar os resultados e propor solução

## 2.2.2.15.4 PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO "A" NBR 6122:2010

Antes da concretagem dos blocos, o material de apoio das bases deverá ser inspecionado por engenheiro geotécnico, que confirmará "in loco" a capacidade de suporte do material, autorizando ou não a concretagem a referida inspeção poderá ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos (prescrição da nbr 6122:2010, anexo a, pg. 38), caso haja necessidade de aprofundar os blocos, a diferença entre cota de assentamento prevista e cota "de obra pode ser eliminada com preenchimento de concreto ( $f_{ck} = 10 \text{ mpa}$ ) até a cota prevista. Alternativamente

pode-se aumentar o comprimento do pilar, desde que seja feita consulta prévia ao projetista estrutural, que indicará as eventuais medidas adicionais que devem ser adotadas no que de refere à estrutura.

#### 2.2.2.15.5 MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Estando em conformidade e capacidade de suporte do terreno confirmada, inicia-se a execução das formas e posteriormente a armação.

Após execução das formas, as mesmas Devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

Após as formas, o responsável inicia a conferência das armaduras. Deve-se verificar o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos e os recobrimentos. Todas as informações deverão estar em conformidade com o projeto estrutural. Caso o projeto estrutural provoque alguma dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, o responsável deverá solicitar esclarecimentos a projetista;

#### 2.2.2.15.6 LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004. Caso seja necessário paralisar a concretagem e criar junta de

concretagem não prevista, devem ser tomadas as devidas precauções para garantir a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. Para tal, a NBR 14931:2004 recomenda que “o concreto deve ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando formas temporárias (por exemplo tipo “pente”), quando necessário, para garantir apropriadas condições de adensamento”. Antes de reiniciar o lançamento do concreto, a nata da pasta de cimento (vitrificada) existente sobre a junta deve ser removida por completo. Para tal pode-se utilizar jato de água sob forte pressão logo após o fim da pega (“corte verde”). Caso após o corte verde não se observe que a superfície apresente rugosidade suficiente para garantir adequada aderência, a superfície da junta deve ser jateada com abrasivos ou feito o apicoamento da superfície da junta, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente o agregado graúdo. Para este caso, o concreto já deve ter resistência suficiente para não propiciar a perda indesejável de material e a geração de vazios na região da junta.

Durante o processo de limpeza das juntas deve-se tomar especial cuidado para evitar o acúmulo de água em cavidades formadas pelo método de limpeza da superfície.

#### 2.2.2.15.7 REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Após a completa cura do concreto dos blocos de fundação, as formas podem ser retiradas e iniciado a execução da mesoestrutura.

#### 2.2.2.15.8 MONTAGEM DA MESOESTRUTURA

Finalizada a cura da infraestrutura inicia-se a montagem da mesoestrutura conforme plano de montagem fornecido pelo fabricante dos elementos pré-moldados.

### 2.2.2.15.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Estando as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto de forma análoga ao descrito na 5<sup>o</sup> fase.

Antes do lançamento do concreto na laje superior, o responsável deverá averiguar o correto posicionamento dos tubos de papelão e se foi utilizado tubos de papelão danificados e em caso afirmativo providenciar a sua substituição. O lançamento do concreto deve iniciar no meio do vão e caminhando para as extremidades de forma simétrica (no sentido longitudinal e transversal) até completar toda sua extensão.

### 2.2.2.15.10 REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Após a completa cura do concreto, as formas podem ser retiradas.

### 2.2.2.16 PASSARELA KM 509+000

- Execução da Obra de Arte Especial

#### 2.2.2.16.1 LOCAÇÃO DA PASSARELA

Inicialmente deve-se efetuar a limpeza para implantação da Passarela bem como do canteiro de obras. Após a limpeza, a equipe topográfica deve realizar a locação das estacas em conformidade com o projeto estrutural. O engenheiro responsável deverá conferir a locação e solicitar correções caso seja detectado não conformidades;

## 2.2.2.16.2 EXECUÇÃO DAS ESTACAS

Com a correta locação das estacas inicia-se a sua execução, conforme o procedimento descrito no projeto estrutural. O arrasamento das estacas só pode ser iniciado após o concreto ter alcançado sua resistência característica, e estar em conformidade com as prescrições apresentadas no projeto estrutural.

## 2.2.2.16.3 EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Terminado o arrasamento, realiza o ensaio de integridade física das estacas. Recomenda-se que este ensaio seja realizado em todas as estacas. Caso seja detectado alguma anomalia, a estaca não conforme deve ser descartada e a projetista informada para propor solução. Terminado os ensaios de integridade física, iniciam-se os ensaios de prova de carga estática. Deverá ser ensaiada pelo menos uma estaca de cada bloco, dando preferência a aquelas que apresentarem algum tipo de anormalidade durante a execução. Os resultados dos ensaios devem ser analisados por um engenheiro geotécnico e caso alguma estaca não atinja a carga de serviço especificada no projeto estrutural, a projetista deverá ser informada para avaliar os resultados e propor solução.

## 2.2.2.16.4 PREPARAÇÃO PARA A CONCRETAGEM, SEGUNDO ANEXO "A" NBR 6122:2010

Antes da concretagem dos blocos, o material de apoio das bases deverá ser inspecionado por engenheiro geotécnico, que confirmará "in loco" a capacidade de suporte do material, autorizando ou não a concretagem a referida inspeção poderá ser feita com penetrômetro de barra manual ou outros ensaios expeditos (prescrição da nbr 6122:2010, anexo a, pg. 38), caso haja necessidade de aprofundar os blocos, a diferença entre cota de assentamento prevista e cota "de obra pode ser eliminada com preenchimento de concreto ( $f_{ck} = 10 \text{ mpa}$ ) até a cota prevista. Alternativamente

pode-se aumentar o comprimento do pilar, desde que seja feita consulta prévia ao projetista estrutural, que indicará as eventuais medidas adicionais que devem ser adotadas no que de refere à estrutura.

#### 2.2.2.16.5 MONTAGEM DAS FORMAS E ARMADURAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Estando em conformidade e capacidade de suporte do terreno confirmada, inicia-se a execução das formas e posteriormente a armação.

Após execução das formas, as mesmas Devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posição (nivelamento e prumo) das formas, a fim de garantir que os elementos estruturais estejam em conformidade com o projeto estrutural e respeitando as tolerâncias determinadas na NBR14931. As faces internas das formas devem estar isentas de sujeiras e as juntas devem ser estanques para evitar a perda de argamassa. Para formas constituídas de materiais porosos, as mesmas devem ser saturadas antes do início da concretagem. Caso o construtor opte pelo uso de desmoldantes, o mesmo deverá atender as recomendações do item 7.2.7 da NBR14931:2004.

Após as formas, o responsável inicia a conferência das armaduras. Deve-se verificar o posicionamento, as bitolas, os espaçamentos e os recobrimentos. Todas as informações deverão estar em conformidade com o projeto estrutural. Caso o projeto estrutural provoque alguma dúvida durante a montagem e/ou conferência das formas e/ou armaduras, o responsável deverá solicitar esclarecimentos a projetista;

#### 2.2.2.16.6 LANÇAMENTO DO CONCRETO DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Com as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem conforme as especificações da NBR14931:2004. Caso seja necessário paralisar a concretagem e criar junta de

concretagem não prevista, devem ser tomadas as devidas precauções para garantir a suficiente ligação do concreto já endurecido com o novo trecho. Para tal, a NBR 14931:2004 recomenda que “o concreto deve ser perfeitamente adensado até a superfície da junta, usando formas temporárias (por exemplo tipo “pente”), quando necessário, para garantir apropriadas condições de adensamento”. Antes de reiniciar o lançamento do concreto, a nata da pasta de cimento (vitrificada) existente sobre a junta deve ser removida por completo. Para tal pode-se utilizar jato de água sob forte pressão logo após o fim da pega (“corte verde”). Caso após o corte verde não se observe que a superfície apresente rugosidade suficiente para garantir adequada aderência, a superfície da junta deve ser jateada com abrasivos ou feito o apicoamento da superfície da junta, com posterior lavagem, de modo a deixar aparente o agregado graúdo. Para este caso, o concreto já deve ter resistência suficiente para não propiciar a perda indesejável de material e a geração de vazios na região da junta.

Durante o processo de limpeza das juntas deve-se tomar especial cuidado para evitar o acúmulo de água em cavidades formadas pelo método de limpeza da superfície.

#### 2.2.2.16.7 REMOÇÃO DAS FORMAS DOS BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Após a completa cura do concreto dos blocos de fundação, as formas podem ser retiradas e iniciado a execução da mesoestrutura.

#### 2.2.2.16.8 MONTAGEM DA MESOESTRUTURA

Finalizada a cura da infraestrutura inicia-se a montagem da mesoestrutura conforme plano de montagem fornecido pelo fabricante dos elementos pré-moldados.



## 2.2.2.16.9 LANÇAMENTO DO CONCRETO DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Estando as formas e armaduras isentas de inconformidades, inicia o lançamento do concreto de forma análoga ao descrito na 5<sup>o</sup> fase.

Antes do lançamento do concreto na laje superior, o responsável deverá averiguar o correto posicionamento dos tubos de papelão e se foi utilizado tubos de papelão danificados e em caso afirmativo providenciar a sua substituição. O lançamento do concreto deve iniciar no meio do vão e caminhando para as extremidades de forma simétrica (no sentido longitudinal e transversal) até completar toda sua extensão.

## 2.2.2.16.10 REMOÇÃO DAS FORMAS DA MESOESTRUTURA E LAJE SUPERIOR

Após a completa cura do concreto, as formas podem ser retiradas.