



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

# PROJETO BÁSICO

## PONTE EM ESTRUTURA MISTA

ZONA RURAL DO DISTRITO DE MACUCO, COORDENADAS

21° 7' 37.33" S, 42° 29' 9.68" O. MURIAÉ MG



## 1 Sumário

1. APRESENTAÇÃO .....	7
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE MURIAÉ.....	8
3. LOCALIZAÇÃO DA OBRA .....	9
3.1. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO DA LOCALIZAÇÃO .....	10
4. OBJETO E JUSTIFICATIVA .....	10
5. OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA.....	11
5.1. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	11
5.2. PLACA DE OBRA .....	11
5.3. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA.....	11
6. DETALHAMENTO GERAL DA OBRA.....	12
7. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE .....	14
8. RECEBIMENTO DA OBRA .....	16
8.1. RECEBIMENTO PROVISÓRIO .....	16
8.2. RECEBIMENTO DEFINITIVO.....	17
9. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS.....	17
9.1. CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE ATERRO .....	17
9.2. MATERIAL DE ENROCAMENTO E ENCHIMENTO .....	18
9.3. MANTA GEOTÊXTIL .....	18
9.4. TELA DE AÇO E ARAME .....	20
9.4.1. Gabião tipo caixa .....	20
9.4.2. Gabião tipo saco.....	22
9.4.3. Dispositivos contínuos de conexão.....	23
10. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	25
10.1. SERVIÇOS PRELIMINARES .....	26
10.1.1. Placa de obra .....	26



10.1.2.	Gerador portátil (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)...	26
10.1.3.	Execução de depósito (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)	26
10.1.4.	Banheiro químico (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)	26
10.2.	MOVIMENTO DE TERRA - ESCAVAÇÃO .....	27
10.2.1.	Escavação mecânica material de 1º categoria (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	27
10.2.2.	Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé).....	27
10.2.3.	Transporte com caminhão basculante de 18 m³, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	28
10.3.	MOVIMENTO DE TERRA – ATERRO E REATERRO.....	29
10.3.1.	Reaterro e compactação com soquete vibratório (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	29
10.3.2.	Escavação e carga de material de jazida com trator de 97 kW e carregadeira de 1,72 m³ (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	29
10.3.3.	Transporte com caminhão basculante de 18 m³, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	30
10.3.4.	Execução e compactação de aterro com solo predominantemente arenoso (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé).....	30
10.4.	MOVIMENTO DE TERRA – ENSECADEIRA .....	31
10.4.1.	Escavação mecânica material de 1º categoria (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	31
10.4.2.	Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé).....	32
10.4.3.	Transporte com caminhão basculante de 18 m³, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé) .....	33
10.5.	REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES .....	33
10.5.1.	Demolição mecânica de concreto armado.....	34
10.5.2.	Remoção de piso de madeira.....	34



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

10.5.3.	Transporte com caminhão basculante de 18 m <sup>3</sup> , em via urbana em leito natural	35
10.6.	INFRAESTRUTURA- ESTACAS.....	35
10.6.1.	Estaca pré-moldada de concreto seção quadrada .....	36
10.6.1.1.	Requisitos para execução das estacas.....	37
10.6.1.2.	Controle de qualidade.....	39
10.6.2.	Mobilização e desmobilização de equipamento para estaca tipo cravada (custo fixo), inclusive carga e descarga.....	42
10.6.3.	Mobilização e desmobilização de equipamento para estaca tipo cravada (custo variável) .....	42
10.6.4.	Arrasamento de estaca de concreto .....	42
10.7.	INFRAESTRUTURA- CONTENÇÃO EM GABIÃO .....	43
10.7.1.	Lastro de pedra de mão .....	43
10.7.2.	Muro de gabião tipo caixa e gabião tipo saco .....	43
10.7.2.1.	Gabião tipo caixa.....	43
10.7.2.2.	Gabião tipo saco .....	44
10.7.2.3.	Equipamento.....	44
10.7.2.4.	Cuidados.....	45
10.7.2.5.	Preparação .....	45
10.7.2.6.	Montagem.....	45
10.7.2.7.	Recomendações gerais .....	48
10.7.2.8.	Aceitação.....	49
10.7.2.9.	Controle ambiental .....	49
10.7.3.	Dreno com manta geotêxtil .....	50
10.8.	INFRAESTRUTURA- BLOCOS DE COROAMENTO .....	50
10.8.1.	Lastro de concreto magro.....	50
10.8.2.	Fôrmas de compensado resinado 10 mm .....	51



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

10.8.3.	Armação em aço CA-50 .....	53
10.8.4.	Concretagem de blocos de coroamento.....	54
10.9.	SUPERESTRUTURA .....	57
10.9.1.	Estruturas metálicas.....	57
10.9.1.1.	Fornecimento de estrutura metálica .....	58
10.9.1.2.	Conectores de cisalhamento.....	58
10.9.1.3.	Transporte de estrutura metálica .....	58
10.9.1.4.	Descarregamento.....	59
10.9.1.5.	Lançamento .....	59
<b>10.9.2.</b>	<b>Fôrmas e escoramentos de laje maciça.....</b>	<b>60</b>
10.9.3.	Fôrmas de compensado resinado 10 mm .....	61
10.9.4.	Armação em aço CA-50.....	62
10.9.5.	Concreto fck=30MPa .....	63
10.9.6.	Apoio das longarinas.....	63
10.10.	OBRAS COMPLEMENTARES .....	64
10.10.1.	Dreno de PVC $\varnothing = 50$ mm, comprimento unitário = 30 cm.....	64
10.10.2.	Canaleta meia-cana (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)	64
10.10.3.	Remanejamento de cerca (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)	64
10.10.4.	Plantio de grama em placas (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)	65
10.11.	SINALIZAÇÃO.....	65
10.11.1.	Placa de sinalização.....	65
10.11.1.1.	Material para placa de sinalização.....	66
10.11.1.1.1.	Chapa de aço.....	66
10.11.1.1.2.	Tratamento .....	66



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

10.11.1.1.3.	Acabamento .....	66
10.11.1.1.4.	Suporte das placas.....	66
10.11.1.2.	Equipamentos para placa de sinalização .....	66
10.11.1.3.	Execução de placa de sinalização .....	67



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

## 1. APRESENTAÇÃO

Este projeto básico se refere à reconstrução de uma ponte em estrutura mista e muro de contenção em gabião, localizada na zona rural do distrito de Macuco, Município de Muriaé-MG.

Responsável técnico pela elaboração do projeto básico, orçamento e cronograma físico-financeiro

Arlan do Carmo Mendonça

CREA MG 177324/D



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

## 2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE MURIAÉ

Coordenadas:

- Latitude: 21°7'49'' Sul;
- Longitude: 42°22'3'' Oeste.



Figura 1: Localização do Município de Muriaé.





ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

### 3. LOCALIZAÇÃO DA OBRA

Coordenadas:

- Latitude: 21°7'37,33'' Sul;
- Longitude: 42°29'9,68'' Oeste.

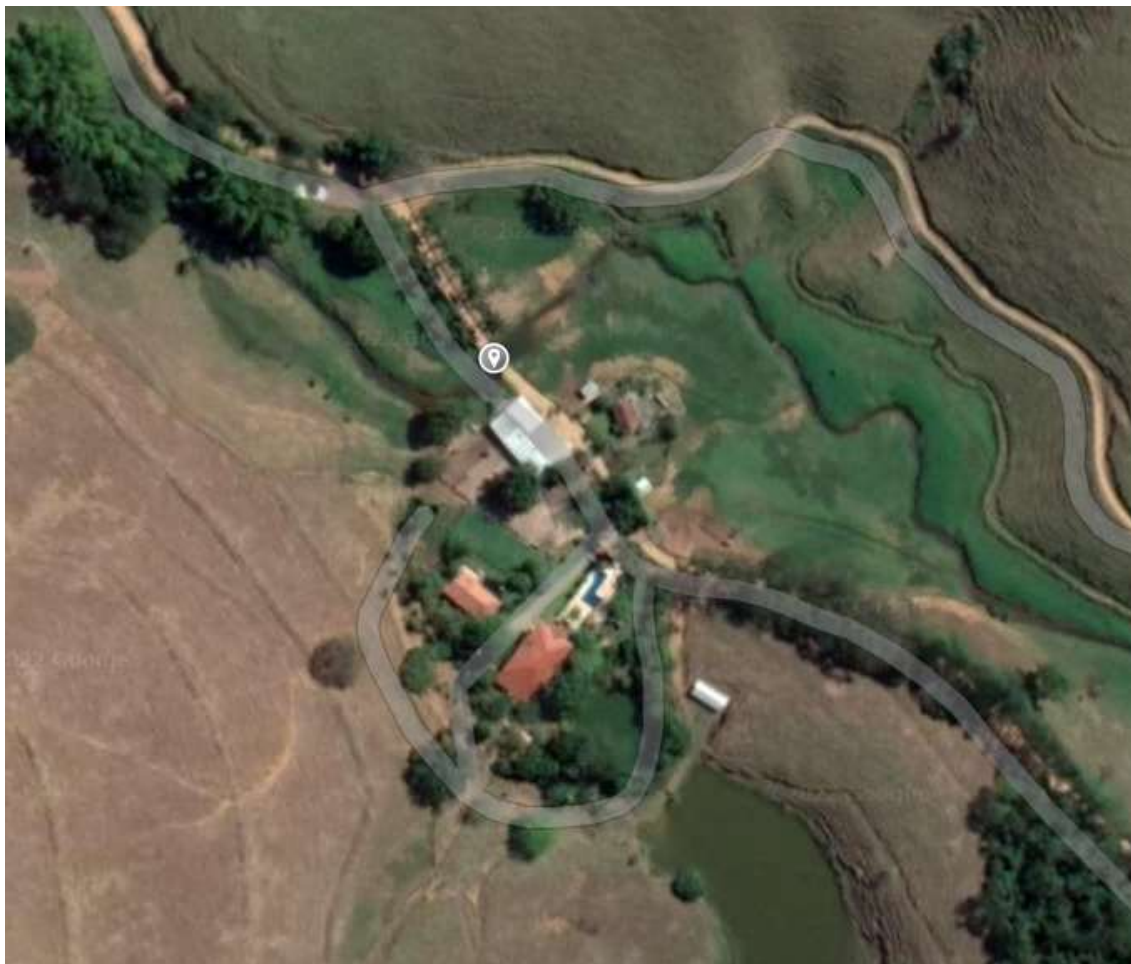


Figura 2: Localização do local a sofrer a intervenção.



### 3.1. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO DA LOCALIZAÇÃO

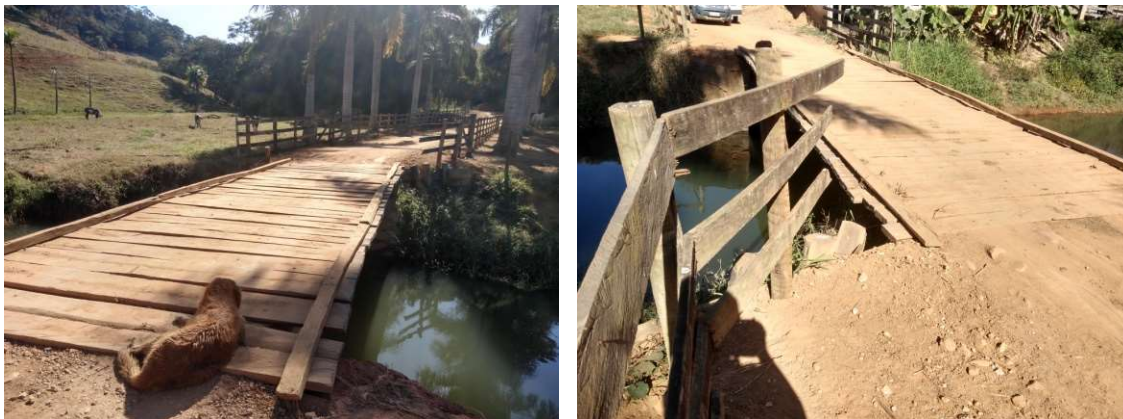


Figura 3: Fotografias do local a sofrer intervenção – vista 1 e 2.



Figura 4: Fotografias do local a sofrer intervenção – vista 3 e 4.

## 4. OBJETO E JUSTIFICATIVA

O objeto deste documento são as diretrizes executivas de obra de construção de uma ponte em estrutura mista e muro de contenção na zona rural do distrito de Macuco, Muriaé - MG.

O objetivo é descrever os procedimentos que devem ser utilizadas para a execução, dentro das normas e da boa técnica.



Neste sentido, estas especificações técnicas têm por finalidade fornecer informações às CONTRATADAS que permitam a execução da obra conforme recomendações a serem observadas.

## **5. OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA**

### **5.1. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)**

Deverá(ão) ser designado engenheiro(s) para responder tecnicamente pela execução do referido contrato, com a respectiva apresentação da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), conforme habilitações do CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, conforme Resolução 218 de 29 de Junho de 1973, ou Resolução 1.010/05, quando a mesma estiver em vigor.

### **5.2. PLACA DE OBRA**

A empresa CONTRATADA deverá fornecer e instalar junto à obra e antes do início da mesma, placas de obra referente ao contrato e convênio firmado com a CAIXA. O leiaute da placa de obra deverá seguir o modelo padrão CAIXA, conforme link a seguir: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/gestao-urbana-manual-visual-placas-adesivos-obras/manual-de-placa-de-obras-parceiros.pdf>.

### **5.3. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA**

Obter todas as licenças e franquias, inclusive alvará de execução de obras em vias públicas, a ser solicitado junto aos órgãos competentes de cada município com a devida antecedência. O pagamento de emolumentos prescritos em lei e observação de todas as posturas referente à obra. As despesas com cópias do projeto e memorial descritivo, necessários à execução e fiscalização da obra. Despesas decorrentes de leis trabalhistas, de consumo de luz, água, e que digam respeito à obra e aos serviços contratados.

A CONTRATADA se responsabilizará por danos ou morte de quaisquer pessoas ou danos as propriedades públicas e privadas, por ela causadas.



Após a conclusão de todas as fases da obra a CONTRATADA deverá promover a desmobilização mantendo a perfeita limpeza da mesma e ao entorno, não serão admitidas sobras de materiais tais como: pedaços de aço, formas e cimbramentos remanescentes. Deverá ser removido todo o entulho do canteiro e ser retirado do local da obra.

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais fornecidos, serviços executados, andamento, interpretação dos Projetos e Especificação e cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.

Ficará por conta da CONTRATADA fornecer todo material, mão de obra e equipamento de acordo com as Normas Técnicas da ABNT.

Os serviços executados ou os materiais fornecidos, que não atenderem as exigências especificadas, deverão ser removidos, substituídos ou reparados, segundo instruções da FISCALIZAÇÃO e da maneira que esta determinar, e as despesas decorrentes destas substituições correrão por conta da CONTRATADA.

Caberá a CONTRATADA, a concreta aplicação da legislação em vigor relativa à Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. A CONTRATADA se responsabilizará pelo emprego de equipamento de proteção individual, conforme estabelece a Portaria Ministerial Nº 3.214 e anexos.

## **6. DETALHAMENTO GERAL DA OBRA**

A obra em questão se trata da construção de uma ponte e muro de contenção em gabião, às margens do ribeirão da localidade. A ponte terá uma extensão de 10 metros, com laje e guarda-rodas em concreto armado e vigas em estrutura metálica. O muro em gabião será construído nos dois apoios da ponte, com uma extensão de 19 metros lineares. Na base do muro será construído um lastro de rachão com espessura mínima de 100cm. Acima do lastro será colocado um conjunto de 29 unidades (em cada lado da ponte) de gabião tipo saco com diâmetro médio de 65cm com comprimento médio de 400cm. Acima do gabião tipo saco será construído um conjunto de gabião tipo caixa:



1,0x0,5, 1,0x1,0, 1,5x1,0, 2,0x1,0, todos com comprimento variados. Deverá ser instalado 2 contrafortes de gabião tipo caixa instalados nas extremidades dos 19 metros lineares e os contrafortes deverão ser instalados nos conjuntos de gabião tipo caixa. Em todos os encontros de solo com o muro em gabião deverão ser instalados manta geotêxtil não tecido.

A primeira etapa da obra consistirá na instalação das estruturas iniciais, que incluem a placa de obra em local visível, um gerador portátil, a construção de um depósito de materiais e um banheiro químico. Além disso, serão realizados os trabalhos de demolição mecânica dos apoios existentes da ponte, bem como a remoção do tabuleiro e vigas de madeira. Será realizada a escavação mecânica de vala, em que parte do material irá ser utilizado para a ensecadeira e a outra parte será utilizado para o reaterro.

A segunda etapa terá a locação das estacas dos blocos na posição em que serão cravadas, indicadas em projeto, utilizando a escavadeira hidráulica da composição do gabião. Segue-se com a montagem do gabião da ala esquerda, com a base em pedra de mão, e estrutura em gabião saco e gabião caixa.

A terceira etapa segue os mesmos procedimentos da etapa 2, só que para a montagem do gabião da ala direita.

A quarta etapa do projeto compreenderá a cravação de 12 estacas pré-moldadas em cada lado da cabeceira da ponte, utilizando bate-estacas até atingir a camada definida em projeto. Em seguida, serão montadas as armaduras, as formas e realizada a concretagem dos blocos de coroamento das estacas. Importante ressaltar que na segunda etapa, antes da colocação dos gabiões saco e gabiões caixa, será feita apenas a locação das estacas. A cravação das estacas será realizada após a construção dos gabiões.

A quinta etapa consistirá na construção do tabuleiro da ponte em concreto armado, incluindo o posicionamento das vigas metálicas na posição final, a montagem das fôrmas, a instalação das armaduras, a concretagem, o reaterro e a compactação das valas abertas, bem como o nivelamento da superfície da estrada com a ponte.



## 7. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE

A Figura 5 apresenta a Distância Média de Transporte (DMT) entre o logradouro e o local de bota-fora mais próximo no município de Muriaé.

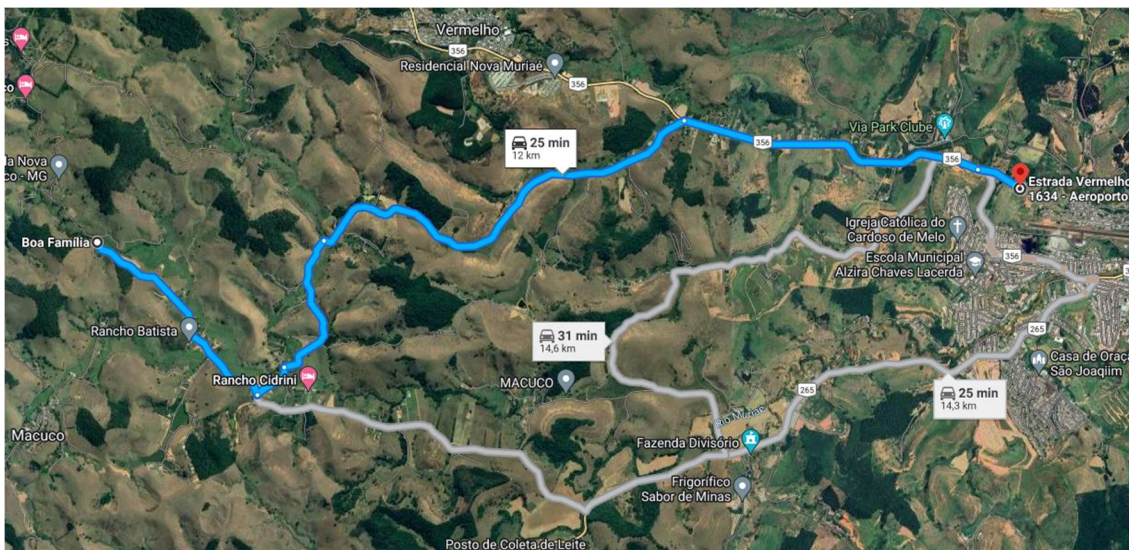


Figura 5: Distância média de transporte – bota fora.

Conforme apresentado na Figura 5 o DMT para o transporte do bota fora é de 12 km.

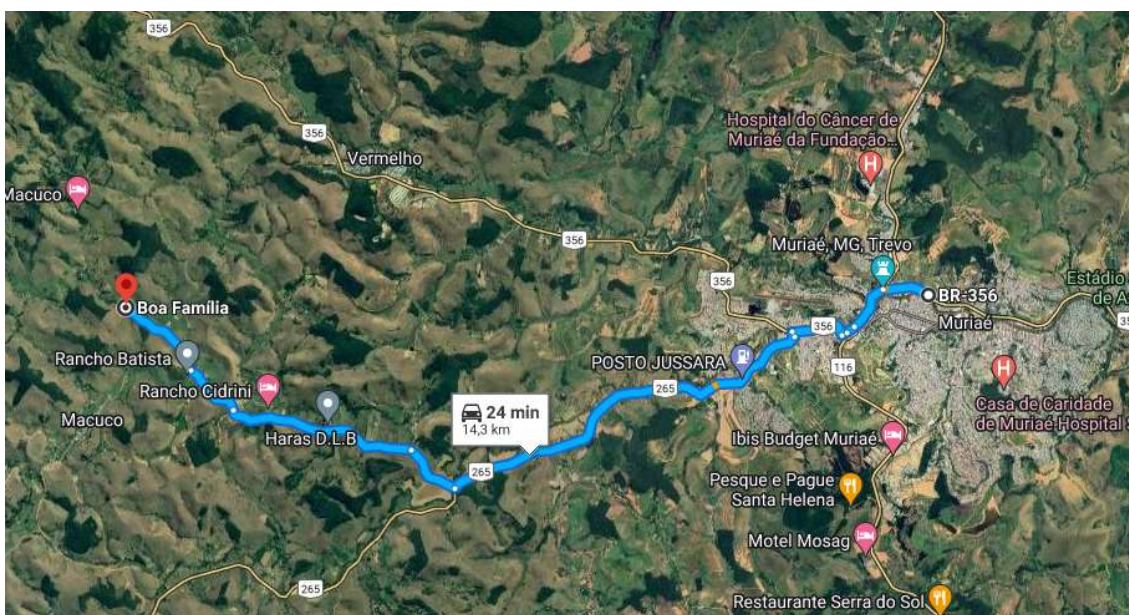


Figura 6: DMT total solo para aterro



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

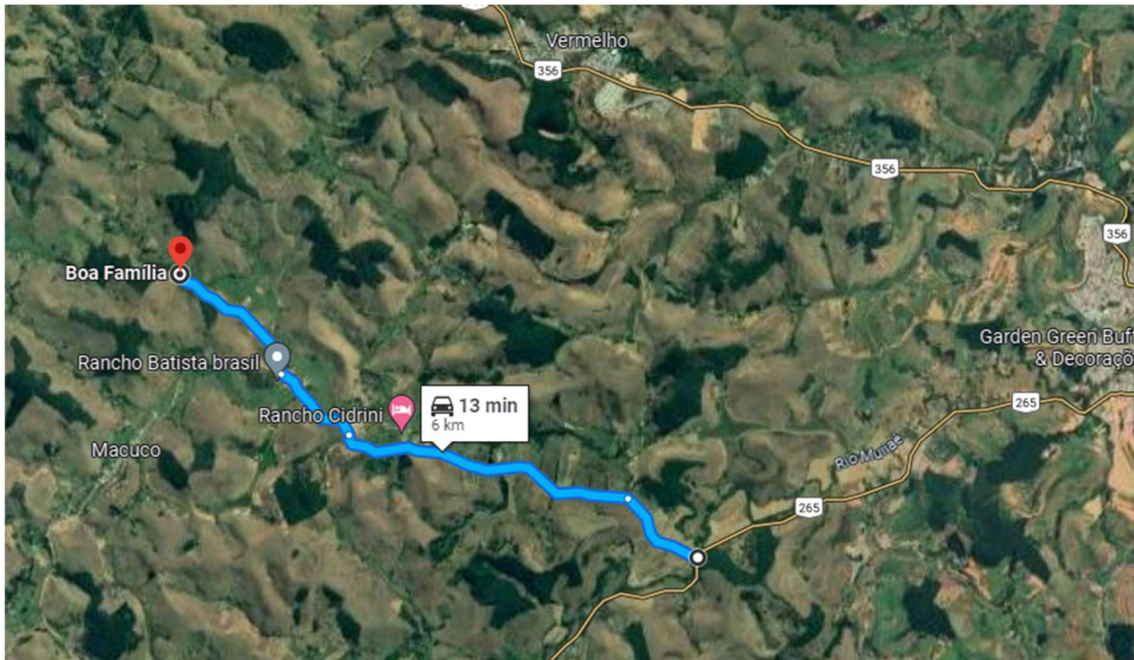


Figura 7: DMT solo para aterro leito natural

Conforme apresentado na Figura 6 , o DMT para o transporte de solo para aterro é de 14,3 km, sendo 8,3km em rodovia pavimentada e 6km em leito natural, de acordo com a Figura 7.

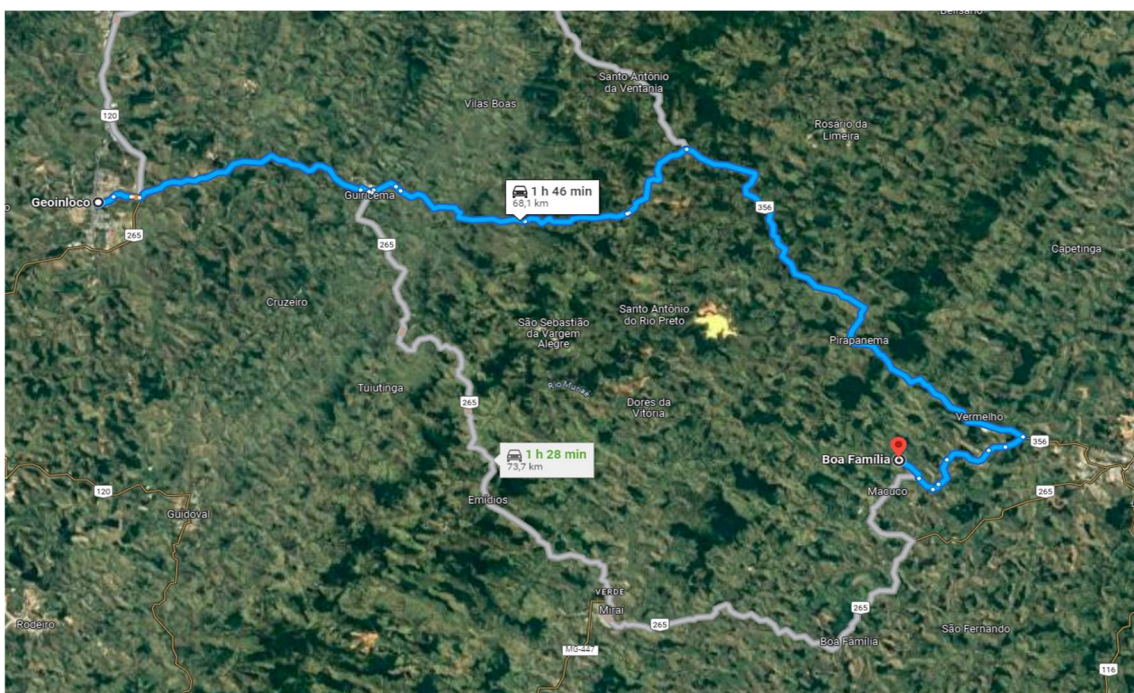


Figura 8: DMT bate-estacas



Conforme apresentado na Figura 8, o DMT para o transporte do bate-estacas é de 68,1 km.

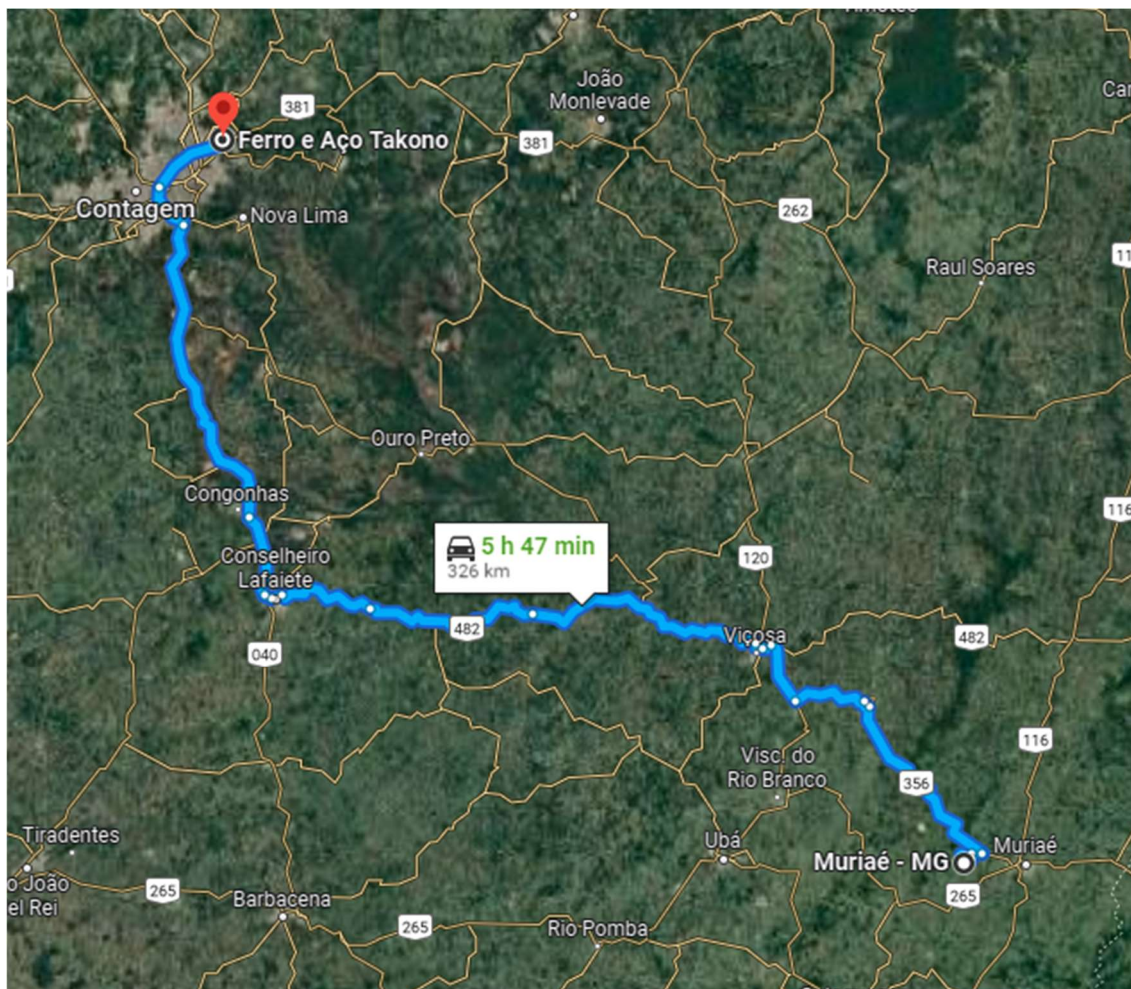


Figura 9: DMT vigas metálicas

Conforme apresentado na Figura 9, o DMT para o transporte das vigas metálicas é de 326 km.

## 8. RECEBIMENTO DA OBRA

### 8.1. RECEBIMENTO PROVISÓRIO

TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO. Quando a obra e demais serviços contratados ficarem inteiramente concluídos, de perfeito acordo com o CONTRATO, será lavrado um termo de recebimento provisório, que será passado em três ou mais vias, todas elas assinadas pela FISCALIZAÇÃO.





CONDIÇÃO. O recebimento provisório só poderá ocorrer após terem sido realizados todos os serviços e/ou reparos informados pela FISCALIZAÇÃO.

## 8.2. RECEBIMENTO DEFINITIVO

TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO. O termo de recebimento definitivo das obras e serviços contratados será lavrado de acordo com o contrato, dias após o recebimento provisório, caso tenham sido satisfeitas todas as condições contratuais, bem como o atendimento das exigências a seguir:

- a) condição: atendidas todas as reclamações da Comissão de Recebimento Definitivo, referentes a defeitos ou imperfeições que venham a ser verificadas em qualquer elemento da obra e serviços executados;
- b) emissão: solucionadas todas as reclamações porventura feitas quanto à falta de pagamento de operários ou fornecedores de materiais e prestadores de serviços, empregados na edificação;
- c) documentação: apresentação do Certificado de Quitação com o INSS, para que seja expedida a CND.

## 9. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

### 9.1. CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE ATERRO

Os materiais a serem utilizados na confecção dos aterros deverão ser preferencialmente de 1ª categoria, admitindo-se o emprego de materiais de 2ª categoria e 3ª categoria em casos especiais, a serem definidos pela FISCALIZAÇÃO.

Os solos a serem utilizados como material de aterro deverá atender as seguintes especificações:

- a) Isenção de matéria orgânica, micácea ou diatomácea;
- b) Expansão máxima, determinada pelo Índice de Suporte Califórnia (ABNT NBR 9895:2016 – Solo: Índice de Suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio), utilizando-se a energia do Proctor normal de:
  - i. 5% para o corpo geral do aterro;



- ii. 2% para as camadas finais.

## 9.2. MATERIAL DE ENROCAMENTO E ENCHIMENTO

Os materiais utilizados para executar os serviços de lastro e enchimento dos gabiões, tipo caixa e tipo saco, deverão atender aos seguintes requisitos:

- a) Os agregados utilizados, obtidos a partir de britagem e classificação de rocha sã, deverão ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas. Macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
- b) Quando submetidos à avaliação de durabilidade utilizando solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, utilizando o método do DNER-ME 089/1944 – Agregados: Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio, os agregados utilizados deverão apresentar perdas inferiores a 15%;
- c) O desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/1998 – Agregados: Determinação da abrasão “Los Angeles”) não deverá ser superior a 50%;
- d) As pedras utilizadas no enchimento não devem ser friáveis;
- e) As pedras devem ter medidas regulares, maiores que o dobro da malha de aço do gabião.

## 9.3. MANTA GEOTÊXTIL

A manta geotêxtil a ser utilizada deverá ser não-tecido produzida com fibras cortadas de poliéster, agulhadas e consolidado termicamente por calandragem. A manta a ser utilizada deverá apresentar algumas propriedades física, mecânicas e hidráulicas mínimas.

- a) Propriedades físicas:
  - i. Cor: Deverá possuir cor preta;



- ii. Gramatura: deverá possuir gramatura mínima de 200g/m<sup>2</sup>, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D5261 e ABNT NBR ISO 9864;
- iii. Espessura: deverá possuir espessura mínima de 1,3mm, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D 5199 e ABNT NBR ISO 9863-1;
- iv. Ponto de amolecimento: deverá possuir ponto de amolecimento igual a 160°C;
- v. Resistência a raios Ultra Violeta (UV): deverá possuir resistência UV igual a 70%/500h, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D 4355.

b) Propriedades mecânicas:

- i. Resistência à tração Faixa Larga Sentido Longitudinal (FLSL): deverá possuir resistência à tração FLSL igual a 10kN/m<sup>2</sup>, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4595 e ABNT NBR ISO 10319;
- ii. Alongamento faixa larga: deverá possuir alongamento faixa larga igual a 50%, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4595 e ABNT NBR ISO 10319;
- iii. Resistência à tração GRAB sentido longitudinal: deverá possuir resistência à tração GRAB igual a 710N, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4632;
- iv. Alongamento GRAB: deverá possuir alongamento GRAB igual a 50%, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4632;
- v. Resistência ao estouro: deverá possuir resistência ao estouro igual a 1500kPa, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D3786;
- vi. Resistência ao puncionamento CBR: deverá possuir resistência ao puncionamento CBR igual a 1,50kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D6241 e ABNT NBR ISO 12236;



- vii. Resistência ao rasgo trapezoidal – sentido longitudinal: deverá possuir resistência ao rasgo trapezoidal – sentido longitudinal igual a 350N, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4533;
- c) Propriedades hidráulicas
- i. Permeabilidade normal: deverá possuir permeabilidade normal igual 0,20cm/s, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4491 e ABNT NBR ISO 11058;
  - ii. Permissividade: deverá possuir permissividade igual a  $1,5s^{-1}$ , seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4491 e ABNT NBR ISO 11058;
  - iii. Velocidade do fluxo: deverá possuir velocidade do fluxo igual a 0,09m/s, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4491 e ABNT NBR ISO 11058;
  - iv. Abertura aparente (AOS): deverá possuir abertura aparente igual a 0,075mm, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM D4751.

As mantas geotêxteis deverão ser fornecidas em rolos tendo comprimento de 100m ou 200m e largura igual a 2,33 ou 4,6m.

#### **9.4. TELA DE AÇO E ARAME**

As telas de aço e os arames se dividem em três categorias: gabião tipo caixa, gabião tipo saco e dispositivos contínuos de conexão.

##### **9.4.1. Gabião tipo caixa**

Os gabiões tipo caixa a ser utilizados deverão possuir malha hexagonal de dupla torção, produzidos a partir de arames com características específicas, com diâmetro externo de 3,40mm, em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EM 10223-3. Os arames devem possuir uma efetiva proteção contra a corrosão e ataque químicos, uma elevada resistência à abrasão e aos raios UV. Os gabiões tipo caixa são subdivididos em células por diafragmas, inseridas a cada metro durante a fabricação (exceção feita aos gabiões com comprimento inferior a 2m, que não recebem



diafragmas). Para as operações de montagem (amarração e atirantamento) dos gabiões, são necessários dispositivos de conexão e tirantes pré-fabricados, ou produzidos in loco. Os arames devem possuir características específicas de desempenho, listadas a seguir:

a) Propriedades de desempenho:

- I. Força máxima de punção: deverá possuir força máxima de punção igual a 22,75kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
- II. Resistência da conexão de borda: deverá possuir resistência da conexão de borda igual a 27kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
- III. Resistência à fissura do revestimento polimérico: não deverá apresentar fissuras de acordo com o item 6.6 da norma EN 10223-3.

b) Propriedades de durabilidade

- I. Ensaio de abrasão: deverá possuir ensaio a abrasão superior a 100.000 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 60229 e ABNT NBR 7577;
- II. Resistência química em ambiente aquoso: deverá possuir valores adequados de resistência química em ambiente aquoso;
- III. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich) menor que 5% de oxidação depois de mais de 250 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 6988 e EN ISO 10223-3;
- IV. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina) menor que 5% de oxidação depois de mais de 6.000 horas de ensaios, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 9227 e EN ISO 10223-3;
- V. Resistência U.V. (tração e alongamento): deverá possuir resistência UV de 75% à 2500 horas, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ISO 4892-3;



- VI. Temperatura de fragilidade: deverá possuir temperatura de fragilidade igual a  $-35^{\circ}\text{C}$ , seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964.

O comprimento das caixas do gabião tipo caixa pode ser, em metros: 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 ou 5,0. A largura das caixas é de 1,0m. A altura das caixas pode ser, em metros: 0,50 ou 1,0.

#### **9.4.2. Gabião tipo saco**

Os gabiões tipo saco a ser utilizados deverão possuir malha hexagonal de dupla torção, produzidos a partir de arames com características específicas, com diâmetro externo de 3,40mm, em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EM 10223-3. Os gabiões tipo saco devem receber um arame de 4,4mm de diâmetro externo, em suas extremidades, colocando alternadamente entre as penúltimas malhas das bordas livres, para seu fechamento. Para as operações de montagem (amarração e atirantamento) dos gabiões, são necessários dispositivos de conexão e tirantes pré-fabricados, ou produzidos in loco. Os arames devem possuir características específicas de desempenho, listadas a seguir:

a) Propriedades de desempenho:

- I. Força máxima de puncionamento: deverá possuir força máxima de puncionamento igual a 22,75kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
- II. Resistência da conexão de borda: deverá possuir resistência da conexão de borda igual a 27kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
- III. Resistência à fissura do revestimento polimérico: não deverá apresentar fissuras de acordo com o item 6.6 da norma EN 10223-3.

b) Propriedades de durabilidade

- I. Ensaio de abrasão: deverá possuir ensaio a abrasão superior a 100.000 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 60229 e ABNT NBR 7577;



- II. Resistência química em ambiente aquoso: deverá possuir valores adequados de resistência química em ambiente aquoso;
- III. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich) menor que 5% de oxidação depois de mais de 250 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 6988 e EN ISO 10223-3;
- IV. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina) menor que 5% de oxidação depois de mais de 6.000 horas de ensaios, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 9227 e EN ISO 10223-3;
- V. Resistência U.V. (tração e alongamento): deverá possuir resistência UV de 75% à 2500 horas, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ISO 4892-3;
- VI. Temperatura de fragilidade: deverá possuir temperatura de fragilidade igual a -35°C, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964.

O comprimento das caixas do gabião tipo saco pode ser, em metros: 2,0; 3,0; 4,0 ou 5,0. O diâmetro do saco (após montagem) deverá ser de 0,65m.

#### **9.4.3. Dispositivos contínuos de conexão**

Os dispositivos de conexão são utilizados nas operações de amarração e atirantamento, para a montagem e instalação dos gabiões. Estes dispositivos metálicos deverão ser produzidos com o mesmo tipo de aço utilizado para a fabricação das malhas, garantindo que as estruturas, construídas com materiais que apresentem características monolíticas. Os dispositivos de conexão são produzidos com arames de diâmetro externo 3,2mm, em conformidade com as normas NBR 8964, NBR 10514 e EM 10223-3. Os arames devem possuir características específicas de desempenho, listadas a seguir:

- a) Propriedades de desempenho:



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

- I. Força máxima de punção: deverá possuir força máxima de punção igual a 22,75kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
  - II. Resistência da conexão de borda: deverá possuir resistência da conexão de borda igual a 27kN, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ASTM A975;
  - III. Resistência à fissura do revestimento polimérico: não deverá apresentar fissuras de acordo com o item 6.6 da norma EN 10223-3.
- b) Propriedades de durabilidade
- I. Ensaio de abrasão: deverá possuir ensaio a abrasão superior a 100.000 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 60229 e ABNT NBR 7577;
  - II. Resistência química em ambiente aquoso: deverá possuir valores adequados de resistência química em ambiente aquoso;
  - III. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio Kesternich) menor que 5% de oxidação depois de mais de 250 ciclos, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 6988 e EN ISO 10223-3;
  - IV. Resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina): deverá possuir resistência à corrosão e envelhecimento (ensaio de névoa salina) menor que 5% de oxidação depois de mais de 6.000 horas de ensaios, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN ISO 9227 e EN ISO 10223-3;
  - V. Resistência U.V. (tração e alongamento): deverá possuir resistência UV de 75% à 2500 horas, seguindo as recomendações das seguintes normativas: ISO 4892-3;
  - VI. Temperatura de fragilidade: deverá possuir temperatura de fragilidade igual a -35°C, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964;





- VII. Revestimento metálico: deverá possuir revestimento metálico do tipo N90A110-MM, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964;
- VIII. Quantidade de revestimento metálico: deverá possuir revestimento metálico de 230g/m<sup>2</sup>, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964;
- IX. Aderência do revestimento metálico: deverá possuir aderência do revestimento metálico seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964.
- c) Propriedades mecânicas e físicas
- I. Tensão de ruptura do dispositivo: deverá possuir tensão de ruptura do dispositivo entre 380 e 500 MPa – Classe A, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964;
- II. Alongamento na ruptura do dispositivo: deverá possuir alongamento do dispositivo de 13% – Classe A, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 8964;
- III. Diâmetro do dispositivo: deverá possuir diâmetro interno igual a 2,2mm, seguindo as recomendações das seguintes normativas: EN 10223-3 e ABNT NBR 10514.

## 10. ESPECIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

Os serviços a seguir não serão contemplados pelo convênio com a CAIXA:

- Do item 10.1, os subitens 10.1.2, 10.1.3, 10.1.4;
- Item 10.2;
- Item 10.3;
- Item 10.4;
- Parcial 10.7, de acordo com projeto e planilha.
- Item 10.10.2;
- Item 10.10.3;
- Item 10.10.4;



## **10.1. SERVIÇOS PRELIMINARES**

### **10.1.1. Placa de obra**

A CONTRATADA manterá até a entrega definitiva da obra, em condições e local indicados pela FISCALIZAÇÃO, a placa de construção, conforme normas e modelo determinado por este memorial e Prefeitura Municipal de Muriaé.

### **10.1.2. Gerador portátil (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

O gerador será utilizado para fornecer energia elétrica de forma autônoma para equipamentos e ferramentas elétricas necessárias para o andamento da obra.

### **10.1.3. Execução de depósito (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Caberá à CONTRATADA providenciar as instalações adequadas à execução da obra, dimensionando conforme a NBR 18:1978, os barracões para abrigar o depósito para armazenamento de materiais e ferramentas, etc.

A localização do depósito dentro do canteiro da obra seguirá conforme indicado em projeto

O depósito deverá ser construído com estrutura de madeira, definido em planilha orçamentária e coberto com telhas de fibrocimento. Será dotado de ventilação adequada com esquadrias simples, podendo ser confeccionadas na própria obra.

### **10.1.4. Banheiro químico (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Banheiro químico individual, portátil, com mobilização e desmobilização, em polietileno ou material similar, com teto translúcido, dimensões mínimas de 1,10m de frente x 1,20m de fundo x 2,30 de altura, capacidade de dejetos de 227 litros, composto de uma pia e higienizador de mãos, para uso dos trabalhadores em geral.



## **10.2. MOVIMENTO DE TERRA - ESCAVAÇÃO**

### **10.2.1. Escavação mecânica material de 1º categoria (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pela PMM.

Os equipamentos e mão de obra utilizados para escavação serão:

- Retroescavadeira de pneus;
- Servente.

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto.

### **10.2.2. Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para carga, manobra e descarga de solos serão:

- Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 1,20 m<sup>3</sup>;
- Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- Operador da escavadeira e motorista do caminhão.

#### **Procedimentos de execução:**

##### **I. Carga:**

A escavadeira hidráulica será posicionada ao lado do caminhão basculante.

O operador da escavadeira irá movimentar a máquina de forma precisa, utilizando a caçamba para recolher os solos e materiais granulares. Os materiais serão



depositados na caçamba do caminhão basculante até atingir a capacidade máxima de carga.

## II. Manobra:

Após a carga completa, o caminhão basculante será manobrado para se posicionar de forma adequada para o transporte, obedecendo às normas de segurança e trânsito.

## III. Descarga:

Ao chegar ao local de descarga, o caminhão basculante será posicionado de forma segura. O sistema hidráulico do caminhão basculante será acionado para bascular a caçamba e descarregar os solos e materiais granulares de forma controlada.

Os materiais serão descarregados de maneira livre até que toda a carga seja removida do caminhão.

### **10.2.3. Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural serão:

- Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- Motorista.

#### **Procedimentos de execução:**

O caminhão basculante seguirá o trajeto estabelecido, levando em consideração as restrições de peso e altura da via.

O motorista deverá conduzir o veículo, até o local estabelecido, de forma segura e responsável, respeitando as velocidades permitidas, sinais de trânsito e a sinalização adequada para garantir a segurança de pedestres e demais veículos.



### **10.3. MOVIMENTO DE TERRA – ATERRO E REATERRO**

#### **10.3.1. Reaterro e compactação com soquete vibratório (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para reaterro e compactação com soquete vibratório serão:

- Compactador manual com soquete vibratório;
- Servente.

#### **Procedimentos de execução:**

O soquete vibratório será posicionado na área a ser compactada, de acordo com o projeto e as especificações técnicas. A ponta vibratória do soquete deve estar completamente inserida no solo, garantindo um contato adequado para a transmissão das vibrações.

O motor vibratório do soquete será acionado, gerando vibrações de alta frequência que são transmitidas para o solo. As vibrações ajudam a soltar e rearranjar as partículas do solo, aumentando sua densidade e promovendo a compactação. O soquete vibratório será movido verticalmente no solo, penetrando gradualmente em camadas sucessivas, garantindo uma compactação uniforme em toda a área.

#### **10.3.2. Escavação e carga de material de jazida com trator de 97 kW e carregadeira de 1,72 m<sup>3</sup> (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Carregadeira de pneus;
- Trator sobre esteiras com lâmina;
- Servente.

#### **Procedimentos de execução:**



O trator será utilizado para realizar a escavação do material de jazida, deslocando-o e preparando-o para o carregamento na carregadeira.

A carregadeira será utilizada para carregar o material escavado pelo trator e transferi-lo para caminhões basculantes.

### **10.3.3. Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural serão:

- Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- Motorista.

#### **Procedimentos de execução:**

O caminhão basculante seguirá o trajeto estabelecido, levando em consideração as restrições de peso e altura da via.

O motorista deverá conduzir o veículo, até o local estabelecido, de forma segura e responsável, respeitando as velocidades permitidas, sinais de trânsito e a sinalização adequada para garantir a segurança de pedestres e demais veículos.

### **10.3.4. Execução e compactação de aterro com solo predominantemente arenoso (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Caminhão pipa 10.000 l trucado, peso bruto total 23.000 kg;
- Motoniveladora potência básica líquida (primeira marcha) 125 HP, peso bruto 13032 kg;
- Rolo compactador de pneus, estático, pressão variável, potência 110 HP, peso sem/com lastro 10,8/27 t;



- Operadores e servente.

#### **10.4. MOVIMENTO DE TERRA – ENSECADDEIRA**

O projeto da ensecadeira tem como objetivo desviar o fluxo de água durante a construção da contenção da ponte, consistindo na execução de uma ensecadeira temporária em um trecho do leito do rio. A estrutura terá dimensões de acordo com o projeto e será construída com solo compactado. O projeto será dividido em 4 etapas:

- Etapa 1: Movimentação de terra de um dos lados da ponte indicado no projeto, sendo parte dessa movimentação utilizada para execução da ensecadeira.
- Etapa 2: Construção do gabião na posição indicada no projeto e reaterro até o nível natural do terreno.
- Etapa 3: Movimentação de terra do outro lado da ponte, sendo parte dessa movimentação utilizada para a realização da ensecadeira.
- Etapa 4: Construção do gabião na posição indicada no projeto e reaterro até o nível natural do terreno.

##### **10.4.1. Escavação mecânica material de 1º categoria (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pela PMM.

Os equipamentos e mão de obra utilizados para escavação serão:

- Retroescavadeira de pneus;
- Servente.

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto.



#### **10.4.2. Carga, manobra e descarga de solos e materiais granulares em caminhão basculante (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para carga, manobra e descarga de solos serão:

- Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 1,20 m<sup>3</sup>;
- Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- Operador da escavadeira e motorista do caminhão.

#### **Procedimentos de execução:**

##### **I. Carga:**

A escavadeira hidráulica será posicionada ao lado do caminhão basculante.

O operador da escavadeira irá movimentar a máquina de forma precisa, utilizando a caçamba para recolher os solos e materiais granulares. Os materiais serão depositados na caçamba do caminhão basculante até atingir a capacidade máxima de carga.

##### **II. Manobra:**

Após a carga completa, o caminhão basculante será manobrado para se posicionar de forma adequada para o transporte, obedecendo às normas de segurança e trânsito.

##### **III. Descarga:**

Ao chegar ao local de descarga, o caminhão basculante será posicionado de forma segura. O sistema hidráulico do caminhão basculante será acionado para bascular a caçamba e descarregar os solos e materiais granulares de forma controlada.





Os materiais serão descarregados de maneira livre até que toda a carga seja removida do caminhão.

#### **10.4.3. Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural serão:

- Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- Motorista.

#### **Procedimentos de execução:**

O caminhão basculante seguirá o trajeto estabelecido, levando em consideração as restrições de peso e altura da via.

O motorista deverá conduzir o veículo, até o local estabelecido, de forma segura e responsável, respeitando as velocidades permitidas, sinais de trânsito e a sinalização adequada para garantir a segurança de pedestres e demais veículos.

### **10.5. REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES**

A CONTRATADA deverá proceder as demolições e remoções de qualquer natureza, sempre de forma programada e dirigida por um profissional habilitado.

As demolições deverão ser executadas com ferramentas e equipamentos adequados ao tipo de serviço, de forma segura para todos os operários e eventuais transeuntes.

A CONTRATADA deverá tomar os cuidados necessários para que durante a demolição os materiais não obstruam cursos d'água ou causem danos a terceiros e ao meio ambiente.



Os elementos e entulhos provenientes da demolição não deverão ser abandonados em posição que torne possível o seu desabamento, devido a ações eventuais. Os objetos e fragmentos pesados ou volumosos deverão ser removidos mediante o emprego de dispositivos mecânicos adequados, ficando proibido o lançamento em queda livre de qualquer material.

Os materiais com valor comercial ou patrimonial deverão ser transportados e depositados em local previamente determinados pela FISCALIZAÇÃO. Os entulhos serão transportados pela CONTRATADA e levados para o bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO. Os entulhos não aproveitáveis serão transportados pela CONTRATADA e levados para o bota-fora indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser tomadas medidas adequadas para proteção contra danos aos operários e observadas as prescrições das Normas NR 18 - Condições de Trabalho na Indústria da Construção (MTb) e da NBR 5682/77 - Contrato, execução e supervisão de demolições. Caso necessário, prever plataforma de retenção de entulho, com dimensões de 2,5 m e inclinação de 45°, no máximo a 2 pavimentos abaixo do que será demolido. Uso de mão-de-obra habilitada. Uso obrigatório de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

#### **10.5.1. Demolição mecânica de concreto armado**

A estrutura de concreto armado será demolida cuidadosamente com a utilização de martelletes pneumáticos, após marcação da superfície. Transportar o material com carrinho de mão com capacidade de 80L para local conveniente e posteriormente retirado da obra por caminhão (descarte do bota-fora em local permitido pela Prefeitura).

#### **10.5.2. Remoção de piso de madeira**

A mão de obra utilizados para remoção do tabuleiro da ponte será:

1. Carpinteiro de formas;
2. Servente.



Antes de iniciar o trabalho, serão realizadas as devidas avaliações de segurança, garantindo que o ambiente está adequado e livre de quaisquer riscos que possam comprometer a integridade física dos profissionais.

Utilizando ferramentas adequadas, o carpinteiro irá desmontar cuidadosamente o piso de madeira, removendo as tábuas uma a uma. O servente auxiliará o carpinteiro, organizando e removendo os resíduos gerados durante o processo, garantindo que a área de trabalho fique limpa e livre de obstruções.

### **10.5.3. Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural**

Os equipamentos e mão de obra utilizados para Transporte com caminhão basculante de 18 m<sup>3</sup>, em via urbana em leito natural serão:

- d) Caminhão basculante 18 m<sup>3</sup>, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 45000 kg, potência 330 cv, inclusive semirreboque com caçamba metálica;
- e) Motorista.

#### **Procedimentos de execução:**

O caminhão basculante seguirá o trajeto estabelecido, levando em consideração as restrições de peso e altura da via.

O motorista deverá conduzir o veículo, até o local estabelecido, de forma segura e responsável, respeitando as velocidades permitidas, sinais de trânsito e a sinalização adequada para garantir a segurança de pedestres e demais veículos.

### **10.6. INFRAESTRUTURA- ESTACAS**

Com o objetivo de assegurar o adequado posicionamento das estacas, estas serão inicialmente locadas de acordo com o projeto, antes da construção do gabião, utilizando a escavadeira hidráulica da composição do gabião. Após a conclusão desta etapa, as estacas serão cravadas em conformidade com as diretrizes da norma técnica de



fundações, ficando aptas a receber o bloco de coroamento. É imprescindível que a referida cravação das estacas seja executada com equipamentos e instrumentos adequados, bem como por profissionais devidamente capacitados e habilitados, visando assegurar o êxito da obra e a plena conformidade com as especificações técnicas requeridas.

#### **10.6.1. Estaca pré-moldada de concreto seção quadrada**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Eletrodo revestido aws - e7018, diâmetro igual a 4,00 mm;
- Estaca pré-moldada maciça de concreto vibrado armado, para carga de 50 t (dimensões de acordo com projeto) seção quadrada, com anel metálico incorporado a peça;
- Servente;
- Soldador;
- Bate-estacas por gravidade, potência de 160 hp, peso do martelo até 3 ton;
- Encarregado geral;
- Engenheiro civil.

As estacas pré-moldadas de concreto serão instaladas por cravação, mediante a utilização de um bate-estaca.

O equipamento de bate-estacas é composto basicamente pelos seguintes elementos:

- Torre: elemento metálico que tem por função garantir a verticalidade (prumo) da estaca e o içamento do martelo de cravação (pilão).
- Guincho: equipamento que permite ao bate-estacas içar e posicionar o elemento a ser cravado no local correto. Também tem por finalidade movimentar o pilão, permitindo o seu içamento para posterior queda livre na cabeça da estaca.
- Motor: elemento que permite a funcionamento do guincho. Pode ser elétrico ou a combustão interna.



#### **10.6.1.1. Requisitos para execução das estacas**

- Deve ter indicada de forma legível, a data de concretagem, procedência, seção, comprimento e pontos de içamento das estacas.
- As seções das extremidades planas das estacas devem ser normais ao eixo.
- As estacas somente poderão ser transportadas e cravadas, após 28 dias da concretagem, ou quando o concreto, através de qualquer processo de cura rápida, tiver adquirido a resistência característica especificada, conforme comprovado através de ensaios realizados com os corpos de prova.
- Para o transporte das peças pré-moldadas devem ser adotados procedimentos que evitem deformações, choques ou qualquer ação danosa à integridade das peças.
- O empilhamento das estacas deve ser feito por meio de calços colocados nas posições correspondentes aos ganchos ou pontos de levantamento, pré-determinados pelo fabricante das estacas.
- A cravação deve se iniciar com energia reduzida, pois elevada energia aplicada na estaca enquanto ela encontrar maior resistência poderá danificá-la.
- As cabeças das estacas durante a cravação devem estar protegidas com coxins de madeira sendo os golpes desferidos pelo martelo aplicados axialmente à estaca. Estes golpes deverão ser desferidos de modo que o martelo de cravação esteja centrado em relação à seção transversal da estaca.
- Folgas do capacete, deficiência do “coxim” ou cravação forçada podem acarretar um esmagamento da cabeça da estaca.
- O “coxim” utilizado durante a cravação deve estar em perfeitas condições de conservação.
- A altura de queda do martelo não deve ser superior a 2 m em qualquer situação de cravação.
- Para estacas verticais, durante a cravação deve ser verificado o prumo e nível do equipamento bem como o prumo da estaca ou do tubo de cravação, no mínimo a cada 2 metros de penetração. Para estacas inclinadas deve ser aferida a inclinação no mínimo a cada 2 metros de penetração.



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

- A nega deve ser expressa em centímetros para cada 10 golpes ou em milímetros por golpe, considerando-se a altura de queda do martelo, de 1 metro. A confirmação da nega deve ser aferida em três séries de 10 golpes cada.
- As negas devem ser registradas em 100% das estacas
- Ao serem encontradas obstruções em posições muito anteriores àquelas previstas para nega, procurar superá-las mesmo que o avanço da estaca seja muito lento, porém sem aumento excessivo da energia aplicada, sob a pena de danificar (quebrar) a estaca.
- Após a cravação de todo o comprimento previsto em projeto, quando não obtida a nega especificada, deve-se acrescentar um novo elemento de estaca, e continuar a cravação até ser conseguida a nega prevista.
- Caso seja utilizado suplemento para cravação abaixo do nível do terreno, a nega deve ser reduzida do valor previsto anteriormente. Para tanto deverá ser fornecido o peso do suplemento a fim de proceder-se com o recálculo da nega.
- Caso seja necessária a realização de emendas, estas deverão ser através da utilização de luvas de encaixe metálicas, dimensionadas de modo a possuírem uma resistência pelo menos igual à da seção da estaca, para todas as solicitações que possam ocorrer durante a cravação, bem como durante a sua atuação como fundação da estrutura.
- Deverá se tomar os cuidados necessários para que o segmento contínuo das estacas fique na parte superior, ou seja, as emendas deverão ser posicionadas mais próximas da extremidade inferior, em uma profundidade mínima igual a 12 seções em relação à superfície.
- O corte da estaca acima da cota de arrasamento deve ser executado a ponteiro, com golpes desferidos de baixo para cima, observando o comprimento mínimo de ancoragem da ferragem.
- O topo da estaca já cravada deverá ser convenientemente tratado, a fim de assegurar uma perfeita ligação com o elemento superior.
- Para evitar a oxidação das armaduras de ancoragem das estacas, o arrasamento das mesmas só deverá ser efetuado imediatamente antes da execução dos blocos de fundação.



### **10.6.1.2. Controle de qualidade**

O desempenho da fundação com estaca pré-moldada de concreto é considerado satisfatório quando a execução atende e garante as capacidades de carga especificadas no projeto e os coeficientes de segurança mínimos preconizados pela NBR-6122.

Deve ser elaborado um relatório de negas, relacionando as obtidas em campo com as anteriormente especificadas em projeto.

Os boletins de controle deverão ser individualizados por estaca, emitidos sempre em 04 (quatro) vias – uma para cada elemento envolvido no projeto: projetista de fundações, empresa executora da obra, empresa executora das fundações e fiscalização da obra. O boletim deverá apresentar as seguintes informações:

- Obra e local;
- Data de execução;
- Último 03 (três) valores de negas obtidas; Identificação da estaca (nome e seção)
- Comprimento da estaca: Real (descontada a cota de arrasamento) e Total (total cravado);
- Prumo da estaca;
- Peso do pilão (martelo) utilizado;
- Nº e posição das emendas (quando utilizadas);
- Horários de início e término da cravação;
- Altura de queda do pilão quando da medição das negas;
- Assinatura do executor das fundações e da fiscalização da obra em cada um dos boletins.

As estacas que apresentarem defeitos de fabricação ou decorrentes do transporte e/ou manuseio, devem ser rejeitadas e substituídas por outra.

O concreto utilizado para a confecção das estacas deverá ter as características de fck igual a 35 MPa, resistência mínima à compressão aos 28 dias.



Deve ser observado o cobrimento da armadura face à agressividade do solo e o reforço exigido para a cabeça da estaca.

As estacas não deverão apresentar divergências em suas dimensões além das especificadas a seguir:

a) para distâncias de 3 m no sentido longitudinal não poderá apresentar variações na superfície além de 6 mm. Quando a estaca for menor que 3 m as variações deverão ser menores que 6 mm e proporcional ao comprimento;

b) não poderá apresentar em nenhuma das faces, curvaturas entre as extremidades, superior a 1/500 do comprimento da estaca;

c) não poderá apresentar divergência superior a 5 mm nas suas dimensões transversais (diâmetro ou aresta) quando maciça e 2 mm na espessura da parede se a seção transversal for vazada.

A tolerância máxima admitida no posicionamento do centro de uma estaca será de 10% do diâmetro do fuste da estaca. Para desvios superiores a este, deverá ser feita uma verificação estrutural para as novas solicitações decorrentes.

Não serão admitidas excentricidades maiores que:

a) mais ou menos 5 cm para uma estaca ou par de estacas;

b) mais ou menos 10 cm para um grupo de estacas.

O desvio angular máximo permitido para divergências da estaca é de 1/100. Para desvios superiores deverão ser obedecidas as prescrições estabelecidas na NBR-6122.

Para estacas que apresentem fissuras (abertura inferior a 1 mm) devem ser adotados os seguintes limites:

**a) transversal**

A fissuração não é nociva quando pelo menos 85% das fissuras não ultrapassem os valores:





- 0,3 mm para estruturas protegidas com revestimento;
- 0,2 mm para estruturas não expostas em meio não agressivo;
- 0,1 mm para estruturas expostas em meio agressivo. Se as fissuras estiverem dentro destas faixas, nenhuma providência especial precisa ser tomada. Quando as fissuras ultrapassarem estes valores, porém não atingirem 1 mm, as estacas devem ser identificadas, e as fissuras marcadas com lápis de cera ou similar.

As estacas deverão ser acompanhadas durante o seu içamento e aprumo junto ao bate-estacas, após o que novo exame deverá ser efetuado nas fissuras marcadas. Caso as fissuras tenham se fechado até os limites adotados como critério de aceitação, a estaca deverá ser cravada. Em caso contrário a estaca deverá ser descartada.

#### **b) longitudinal**

As estacas que apresentarem fissuras paralelas ao eixo longitudinal da peça deverão ser rejeitadas.

Quando for verificada a presença de fissuras nas estacas, as mesmas devem ser separadas e substituídas de acordo com os seguintes critérios:

Percentagem de estacas danificadas no lote	Providências a serem tomadas
Até 5 %	Rejeição e substituição das estacas de acordo com o item 8.3.9
De 5 % a 50 %	Rejeição e substituição de todo o lote
Maior de 50 %	Desqualificação da empresa fabricante das estacas

Todas as estacas que apresentarem trincas (abertura superior a 1 mm) devem ser rejeitadas.

Estacas que apresentarem pequenas partes superficiais soltas por motivos diversos, geralmente pancadas acidentais, deverão ser recuperadas na região da área afetada.



#### **10.6.2. Mobilização e desmobilização de equipamento para estaca tipo cravada (custo fixo), inclusive carga e descarga.**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Cavalo mecânico (tração: 6x4|tipo:traçado|capacidade:74t| peso\*: 41.000kg| comprimento\*: 2200m| largura\*: 300cm| potência: 323kw (OPERADOR INCLUSO)
- Semirreboque (tipo prancha carrega tudo);

#### **10.6.3. Mobilização e desmobilização de equipamento para estaca tipo cravada (custo variável)**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Transporte de equipamento com peso máximo de cinquenta e cinco (55) toneladas em cavalo mecânico, traçado 6x4, e prancha semirreboque carrega tudo com quatro (4) eixos (tipo prancha carrega tudo);

Os equipamentos serão transportados até o local de trabalho, seguindo as normas de segurança e a legislação vigente. No local, os equipamentos serão descarregados de forma segura e adequada, utilizando os meios de movimentação apropriados.

Após a descarga, os equipamentos serão montados e preparados para o início das atividades.

#### **10.6.4. Arrasamento de estaca de concreto**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Compressor de ar portátil de 33,51 l/s (71 PCM) - 14 kW;
- Martelete perfurador/rompedor a ar comprimido de 10 kg com capacidade de 1.800gpm;
- Transportador manual carrinho de mão com capacidade de 80 l;
- Servente.



## **10.7. INFRAESTRUTURA- CONTENÇÃO EM GABIÃO**

### **10.7.1. Lastro de pedra de mão**

Sempre que for necessária a proteção de margens e leitos de rios, lagos ou taludes sujeitos a erosões acentuadas procede-se o seu revestimento com pedras-de-mão.

O tipo de rocha a ser utilizado nesses revestimentos deve ser resistente ao intemperismo. Preferencialmente, devem ser empregadas rochas ígneas ou metamórficas, tais como granitos, basaltos, diabásios, gnaisses, quartzitos ou outras de características similares, desde que aprovadas pela fiscalização.

Com a finalidade de evitar o arrancamento do revestimento devido às forças de arraste da água, as pedras a serem utilizadas devem possuir diâmetros médios acima de 15 cm. Os vazios remanescentes do encaixe entre essas pedras devem ser preenchidos com pedras de dimensões inferiores, porém de forma a não serem arrastadas pela corrente de água.

### **10.7.2. Muro de gabião tipo caixa e gabião tipo saco**

#### **10.7.2.1. Gabião tipo caixa**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Geotêxtil não tecido agulhado de filamentos contínuos 100% poliéster, resistência a tração = 10 kn);
- Sarrafo não aparelhado \*2,5 x 10\* cm, em maçaranduba, angelim ou equivalente da região – bruta;
- Pedra de mão ou pedra rachão;
- Prego de aço polido com cabeça 14 x 18 (1 1/2 x 14);
- Escavadeira hidráulica sobre esteiras, caçamba 0,80m<sup>3</sup>;
- Gabião tipo caixa, malha hexagonal 8x10cm (ZN/AL).



O gabião tipo caixa uma peça com formato de paralelepípedo, constituída de telas em malha hexagonal de dupla torção que formam a base, as paredes verticais e a tampa — pode ser que a tampa seja fornecida separadamente.

As paredes verticais laterais são presas à tela de base e às demais paredes por processo mecânico de torção ou por um fio em espiral contínua, o que garante perfeita união e articulação entre as telas.

Normalmente, a caixa é dividida em células ao longo do comprimento por diafragmas colocados a cada metro e presos à peça principal pelo fio em espiral contínua.

#### **10.7.2.2. Gabião tipo saco**

O gabião saco é constituído de um único pano de tela em malha hexagonal de dupla torção retangular que, no momento da montagem, é enrolado de modo a unir os lados maiores do retângulo, assumindo a forma cilíndrica.

Nas bordas livres das extremidades, passa alternadamente pela malha um fio de diâmetro maior que aquele usado na malha da tela, a fim de reforçar as extremidades, possibilitando que elas sejam apertadas e a peça formada.

Os gabiões tipo saco são empregados em leitos de cursos d'água e como elementos de fundação de muros de gabiões.

#### **10.7.2.3. Equipamento**

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos básicos necessários aos serviços de colocação, enchimento, arrumação e fechamento dos gabiões compreendem:

- ferramentas manuais: pá, picareta, enxada e carrinho de mão, alicates e marreta de 1 kg;
- equipamentos mecânicos: pá carregadeira complementada por dispositivos de retroescavação, sapos mecânicos, guindastes e caminhão basculante.



#### **10.7.2.4. Cuidados**

O desempenho da estrutura depende diretamente do cuidado dos operários em organizar as pedras no interior da gaiola. Se as mesmas não forem dispostas com critério, a quantidade de vazios entre elas pode ser muito grande e tornar o muro mais leve e, portanto, comprometer seu desempenho.

A estrutura resultante é monolítica, flexível, permeável e autodrenante, além de ser durável. O processo de montagem é simples, mas se não for seguido à risca, diminui a capacidade de contenção da estrutura. Conheça as melhores práticas para montar gabiões.

#### **10.7.2.5. Preparação**

Os fardos de gabiões são entregues na obra dobrados. O arame necessário para as operações de montagem e união dos gabiões pode ser enviado dentro do mesmo fardo ou separado. O armazenamento deve ser feito, sempre que possível, em lugar próximo ao da montagem.

#### **10.7.2.6. Montagem**

A montagem começa com o transporte das gaiolas, ainda dobradas, até o lugar da instalação.

- I. Identificar os amarrados ou fardos dos gabiões, organizando-os no canteiro de obras por tipo e dimensões;
- II. Reservar uma área limpa, com piso plano, regular e duro para os trabalhos de pré-montagem das caixas;
- III. Apoiar e abrir completamente o gabião sobre esta superfície, a fim de regularizá-lo naqueles pontos onde o mesmo estiver eventualmente amassado devido à formação dos fardos e/ou transporte;
- IV. Levantar e redobrar a 90° as paredes laterais aos pares para a união das arestas ou cantos da caixa.



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

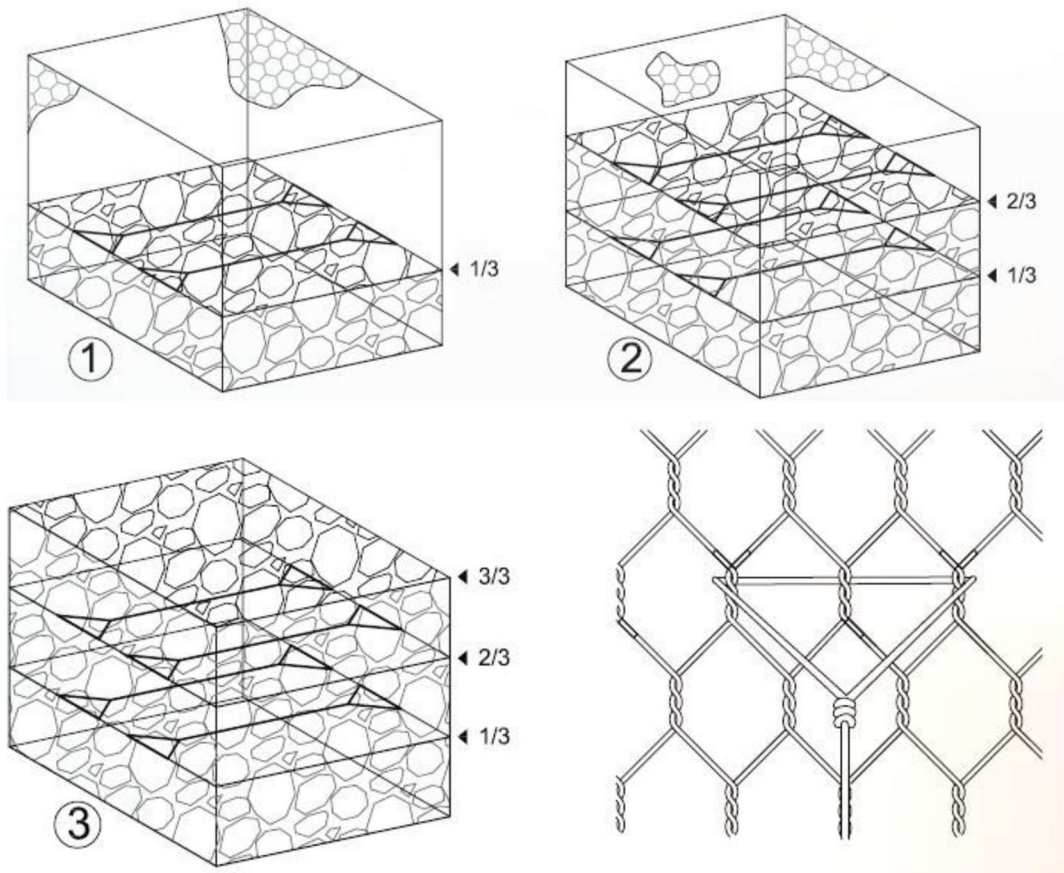
Obs: Nesta etapa, se necessário, pode-se lançar mão de um pedaço de madeira serrada para realinhar e refazer a dobra das paredes laterais.

- V. Unir as arestas dos quatro cantos da caixa, bem como as das divisões internas ou paredes diafragmas. Esta costura de união deve ser criteriosa, pois assegura a firmeza e o bom funcionamento da caixa na montagem final.
- a. Unir primeiramente os cantos superiores usando as pontas dos arames de reforço, aqueles de maior diâmetro que estão dispostos nesta região;
  - b. Em seguida, costurar, de baixo para cima, percorrendo toda a linha de união de arestas;
  - c. A costura deve ser feita com o arame de amarração, fornecido juntamente com as caixas;
  - d. Após a fixação do arame de amarração no vértice inferior, realiza-se a costura passando o arame por todas as malhas, alternando voltas simples com voltas duplas do arame de amarração até atingir o vértice superior;
  - e. Quanto mais firmes os pontos de costura, melhor será a qualidade da pré-montagem das caixas.
- VI. Posicionar os gabiões de acordo com a seção projetada, costurando-os entre si, em todas as arestas comuns, seguindo os mesmos critérios descritos no passo anterior;
- VII. Posicionar os gabaritos de madeira para auxiliar no alinhamento das caixas e impor a inclinação de projeto;
- VIII. Realizar o enchimento das caixas com as pedras, que deverão ser arrumadas manualmente evitando, ao máximo, os espaços vazios.

Obs: Para caixas com altura de 1,0 m, o enchimento deve ser feito em três etapas. A cada terço preenchido, deve-se instalar os tirantes (arames que atirantam a parede de fundo com a de frente da caixa, aumentando a rigidez da mesma). Recomenda-se 4 tirantes por m<sup>2</sup>.

Na amarração dos tirantes, estes devem envolver 2 malhas hexagonais.

Para caixas com altura de 0,5 m, o enchimento deve ser feito em duas fases, com tirantes a meia altura. Nas extremidades da obra, tirantes complementares podem ser instalados.



- IX. Durante o enchimento das caixas ao longo da obra, quanto à ordem de execução, observe os seguintes detalhes:
- Pode-se encher o primeiro terço de várias caixas adjacentes, desde que estas estejam devidamente pré-fixadas à camada ou fiada inferior, deixando a última vazia a fim de facilitar a montagem da caixa seguinte.
  - O enchimento do segundo e terceiro terços de uma caixa podem ser feito desde que a caixa adjacente esteja parcialmente cheia, ou seja, observando um terço de defasagem da caixa vizinha.
- X. Fechar e unir a tampa da caixa em todos os bordos, seguindo os mesmos critérios de costura.

As estruturas em gabiões são sempre montadas em camadas sobrepostas, iniciando da base para o topo, de modo a alcançar a geometria prevista em projeto. As camadas devem também ser unidas entre si por meio da mesma amarração feita anteriormente.



#### **10.7.2.7. Recomendações gerais**

Índice de vazios e enchimento: As pedras descarregadas dos caminhões basculantes ou das caçambas dos equipamentos formam montes com elevado índice de vazios. O processo de enchimento dos gabiões, com um melhor arranjo das pedras, reduz o índice de vazios, o que implica em admitir um consumo de pedras de, no mínimo, 15% a mais que o volume geométrico dos gabiões. Este adicional pode variar em função da geometria das pedras, da movimentação mecânica das pedras na obra e da qualidade do arranjo ou grau de empacotamento das pedras no interior dos cestos.

Pedras com uma geometria mais regular, mais assemelhada a blocos, devem ser arrumadas à mão e deitadas na horizontal nas fiadas da face frontal das caixas de gabião (face visível), de maneira a assegurar uma melhor estética do muro.

Cuidado especial também deve ser tomado no preenchimento dos cantos dos gabiões, para não permitir a deformação das paredes laterais das caixas.

Como ocorre um assentamento dos gabiões em função dos carregamentos verticais transmitidos pelas fiadas de caixas sucessivamente sobrepostas, para minimizar folgas e compensar esta deformação inicial, recomenda-se:

- Finalizar o enchimento dos gabiões ultrapassando em aproximadamente 5 cm a sua capacidade em altura;
- Uma vez cheio, antes de fechar e unir a tampa às paredes laterais, regularizar o nível com a colocação de pedras menores, permitindo uma boa condição de assentamento da fiada superior.

Procedimentos de segurança: Os gabiões podem estar inseridos em obras geotécnicas e hidráulicas de diferentes graus de complexidade e riscos. Desta forma, a execução de estruturas de gabiões deve atender à legislação e determinações específicas oriundas do gerenciamento de riscos da obra e empresa em questão.





#### **10.7.2.8. Aceitação**

O muro de gabião deve ser executado de acordo com o projeto ou com as alterações autorizadas pela fiscalização, de forma que a localização e as dimensões do muro não divirjam em mais de 10% (por cento) em relação ao projeto.

#### **10.7.2.9. Controle ambiental**

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira, da segurança viária dos transeuntes e das edificações vizinhas. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente a serem observados no decorrer da execução do muro de contenção em gabião.

Na exploração das ocorrências de materiais, deve ser vedado o lançamento do refugo aos materiais usados na faixa de domínio, em áreas anexa ao leito dos rios e córregos ou outros lugares aonde venham causar prejuízos ambientais. Durante a execução devem ser conduzidos os seguintes procedimentos:

- deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;
- deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;
- caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;
- todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dadas a destinação apropriada;
- é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários;
- deve-se providenciar a execução de barreiras de proteção, tipo leiras de solo, quando as obras estiverem próximas a cursos d'água ou mesmo sistema de drenagem que descarregue em cursos d'água, para evitar o carreamento de solo



ou queda, de blocos ou fragmentos de rocha em corpos d'água próximos a rodovia;

- não pode ser efetuado o lançamento de refugo de materiais utilizados nas áreas lindeiras, no leito dos rios e córregos e em qualquer outro lugar que possam causar prejuízos ambientais;
- as áreas afetadas pela execução das obras devem ser recuperadas mediante a limpeza adequada do local do canteiro de obras e a efetiva recomposição ambiental.

### **10.7.3. Dreno com manta geotêxtil**

No gabião caixa a manta geotêxtil é colocada na parte interna no muro, entre o reaterro e o gabião e dependendo da coesão do solo de fundação na base do gabião.

Os transpasses de cada peça de manta geotêxtil devem ser de 10 cm no sentido longitudinal e transversal das emendas.

É extremamente importante que todas as faces/superfícies do gabião em contato com o solo, especificado no projeto, estejam apoiadas ou cobertas pela manta geotêxtil, pois o seu uso facilita a drenagem, melhora a coesão do solo nas fundações e aumenta a característica monolítica da estrutura.

O serviço de fornecimento e montagem da manta geotêxtil se encontra na composição do serviço de gabião.

## **10.8. INFRAESTRUTURA- BLOCOS DE COROAMENTO**

### **10.8.1. Lastro de concreto magro**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- a) Betoneira com motor a gasolina com capacidade de 600 l - 10 kW;
- b) Transportador manual carrinho de mão com capacidade de 80 l;
- c) Transportador manual gerica com capacidade de 180 l;



- d) Pedreiro;
- e) Servente;
- f) Areia média lavada;
- g) Brita 2;
- h) Cimento Portland CP II-32-saco.

Após o solo ser compactado adequadamente, o concreto magro deverá ser lançado na vala, com altura de 5 centímetros. É importante tomar medidas para evitar que o concreto magro vaze pelas aberturas do gabião, já que uma parte dele ficará acima desse elemento, com isso, nessa região, o concreto magro será lançado por cima da manta geotêxtil do gabião.

O serviço inclui o lançamento do concreto e o acabamento do serviço com o pedreiro de obras. O preparo do concreto magro deverá ser com a utilização de betoneira. O lançamento do concreto, bem como o preparo deste deverá seguir os critérios normativos e técnicos para sua perfeita funcionalidade.

#### **10.8.2. Fôrmas de compensado resinado 10 mm**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Grupo gerador;
- Serra circular com bancada;
- Ajudante;
- Carpinteiro;
- Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5;
- Compensado resinado - E = 10 mm;
- Desmoldante para fôrmas de madeira;
- Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm;
- Pregos de ferro;
- Tábua - E = 2,5 cm e L = 10 cm;



- Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm;
- Transporte dos materiais.

As fôrmas e escoramentos obedecerão aos critérios das Normas Técnicas Brasileiras que regem a matéria.

Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e calafetadas, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

Em peças com altura superior a 2,0m, principalmente as estreitas, será necessária a abertura de pequenas janelas na parte inferior da fôrma, para facilitar a limpeza.

As fôrmas serão molhadas até a saturação a fim de evitar-se a absorção da água de amassamento do concreto.

Os produtos antiaderentes destinados a facilitar a desmoldagem, serão aplicados na superfície da fôrma antes da colocação da armadura.

Deverão ser tomadas as precauções para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitida.

As fôrmas deverão ser preparadas tal que fique assegurada sua resistência aos esforços decorrentes do lançamento e vibrações do concreto, sem sofrer deformações fazendo com que, por ocasião da desforma, a estrutura reproduza o determinado em projeto.

Na retirada das fôrmas, devem ser tomados os cuidados necessários a fim de impedir que sejam danificadas as superfícies de concreto.

É vedado o emprego de óleo queimado como agente desmoldante, bem como o uso de outros produtos que, posteriormente, venham a prejudicar a uniformidade de coloração do concreto aparente.

A variação na precisão das dimensões deverá ser de no máximo 5,0mm (cinco milímetros).



O alinhamento, o prumo, o nível e a estanqueidade das fôrmas serão verificados e corrigidos permanentemente, antes e durante o lançamento do concreto.

A retirada das fôrmas obedecerá a NBR-6118, atentando-se para os prazos recomendados:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores: 14 dias, com escoramentos, bem encunhados e convenientemente espaçados;
- Faces inferiores sem escoramentos: 21 dias.

### **10.8.3. Armação em aço CA-50**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Aço CA-50;
- Arame liso recozido em aço-carbono -  $D = 1,24 \text{ mm}$  (18 BWG) - Caminhão carroceria 15 t;
- Ajudante;
- Armador.

A armadura não poderá ficar em contato direto com a fôrma, obedecendo-se para isso a distância mínima prevista na NBR-6118 e no projeto estrutural. Deverão ser empregados afastadores de armadura dos tipos "*clips*" plásticos ou pastilhas de argamassa.

Os diâmetros, tipos, posicionamentos e demais características da armadura, devem ser rigorosamente verificados quanto à sua conformidade com o projeto, antes do lançamento do concreto.

Todas as barras a serem utilizadas na execução do concreto armado deverão passar por um processo de limpeza prévia e deverão estar isentas de corrosão, defeitos, entre outros.



As armaduras deverão ser adequadamente amarradas a fim de manterem as posições indicadas em projeto, quando do lançamento e adensamento do concreto.

As armaduras que ficarem expostas por mais de 30 dias deverão ser pintadas com nata de cimento ou tinta apropriada, o que as protegerá da ação atmosférica no período entre a colocação da fôrma e o lançamento do concreto. Antes do lançamento do concreto, esta nata deverá ser removida.

#### **10.8.4. Concretagem de blocos de coroamento**

O traço do concreto utilizado deverá ser determinado pelo engenheiro executor ou pela empresa contratada para o fornecimento de concreto usinado, através de estudos de dosagem experimental, objetivando atender aos requisitos de trabalhabilidade, resistência característica especificada pelo projeto, e durabilidade das estruturas. O *slump* utilizado, deverá ser tal que garanta o perfeito adensamento do concreto no interior das formas e que não cause nichos nas peças. A relação água/cimento não pode ultrapassar o valor de 0,6. O engenheiro executor deve exigir que seja realizado o teste do tronco de cone para verificar se o *slump* desejado foi alcançado. Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme e correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de acordo com as dimensões das peças a serem concretadas, e a fixação do fator água-cimento, tendo em vista a resistência e a trabalhabilidade do concreto, compatível com as dimensões e acabamentos das peças. A quantidade de água usada no concreto deverá ser regulada, ajustando às variações de umidade dos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços. Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina devem ser previamente testados para comprovação de sua adequação ao traço adotado.

Deverá ser feito por meio de laboratório, os ensaios de controle do concreto e seus componentes de acordo com as Normas Brasileiras relativas ao assunto, antes e durante a execução das peças estruturais.

O lançamento do concreto deverá obedecer aos seguintes critérios:



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

- I. O concreto só deverá ser lançado depois que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies, esteja inteiramente concluído e aprovado.
- II. O concreto deverá ser depositado nas fôrmas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.
- III. Quando levado por calhas para dentro das fôrmas, a inclinação das mesmas deverá ser estabelecida experimentalmente e em função da consistência do concreto. Recomenda-se para concretos normais a faixa de variação de inclinação entre 1:1,5 e 1: 1 (horizontal : vertical). As extremidades inferiores das calhas deverão ser dotadas de anteparo, para evitar segregação. Não é permitido quedas livres maiores que 2,0 m. Acima de tal, deve ser exigido o emprego de funil para o lançamento.
- IV. O lançamento deverá ser contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto. No caso do lançamento de concreto em superfícies inclinadas, este deverá ser inicialmente lançado na parte mais baixa e, progressivamente, sempre de baixo para cima. O lançamento do concreto deverá ser efetuado em subcamadas de altura compatível com o alcance do vibrador, não podendo, entretanto, exceder 50 cm. O espalhamento do concreto para formar estas subcamadas, poderá ser efetuado por meios manuais ou mecânicos, mas nunca por vibrações.
- V. Dever-se-á evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura, devendo-se manter um sistema de comunicação permanente entre a obra e central de concreto, ou um veículo à disposição.
- VI. Cada camada de concreto deverá ser consolidada até o máximo praticável em termos de densidade; deverá ser evitado vazios ou nichos, de tal maneira que o concreto seja perfeitamente confinado junto às fôrmas e peças embutidas.

O adensamento do concreto deverá obedecer aos seguintes critérios:



- I. Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento deverá ser executado de modo a que o concreto preencha todos os vazios das fôrmas.
- II. Durante o adensamento, deverá ser tomada as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregação dos materiais; evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios em seu redor, com prejuízo da aderência.
- III. O vibrador deverá ser mantido na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.
- IV. Os vibradores deverão trabalhar com uma frequência mínima de 7.000 ciclos/minuto para os de imersão, e de 8.000 ciclos/minutos para os de fôrma.
- V. Durante o adensamento de uma camada, o vibrador de imersão deverá ser mantido em posição vertical e a “agulha” deverá atingir a parte superior da camada anterior.
- VI. O vibrador deverá ser introduzido na massa de concreto rapidamente e a sua retirada deverá ser vagarosa, ambas com o vibrador funcionando.
- VII. Os vibradores deverão ser mergulhados e retirados em pontos diversos e espaçados de aproximadamente 50 cm, em períodos de 10 e 20 segundos, sistematicamente, até que toda a massa do concreto esteja vibrada.
- VIII. É incorreto mergulhar os vibradores em espaços maiores com tempo de vibração mais prolongado.
- IX. É importante que durante o lançamento não haja superposição de “cabeças” entre duas camadas. Tal superposição prejudica o alcance do vibrador e gera um adensamento irregular

A cura do concreto deverá obedecer aos seguintes critérios:

- I. Será cuidadosamente executada a cura de todas as superfícies expostas, com o objetivo de impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento.





- II. Durante o período de endurecimento do concreto, suas superfícies deverão ser protegidas contra chuvas, secagem, mudanças bruscas de temperatura, choques e vibrações que possam produzir fissuras ou prejudicar a aderência com a armadura.
- III. Para impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto deverão ser abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 7 dias após o lançamento. Como alternativa, poderá ser aplicado agente químico de cura, de modo a que a superfície seja protegida pela formação de uma película impermeável, desde que as propriedades mecânicas e de trabalhabilidade não sejam consideravelmente alteradas.
- IV. Todo concreto não protegido por fôrmas e todo aquele já desformado, deverão ser curados imediatamente após ter endurecido o suficiente para evitar danos às suas superfícies. O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.

## **10.9. SUPERESTRUTURA**

### **10.9.1. Estruturas metálicas**

As estruturas metálicas empregadas na construção da ponte serão fabricadas a partir de aço patinável, de baixa liga e elevada resistência mecânica, cuja propriedade anticorrosiva permita suportar a ação dos agentes atmosféricos, conforme especificação ASTM A588, caracterizado por limite de escoamento  $f_y=345\text{Mpa}$ . Em relação aos conectores em U laminado, empregar-se-á a especificação ASTM A36, com  $f_y=250\text{MPa}$ .

As longarinas serão executadas em perfis W610X125, reforçadas na base, com dimensões variadas de acordo com o projeto. As transversinas serão executadas com perfis W250x22,3. As uniões entre as longarinas, transversinas e demais perfis serão realizadas através de ligações parafusadas com parafusos de alta resistência, de acordo com projeto.



Não serão aceitas emendas de perfis metálicos in loco, seja nas longarinas ou nas transversinas. Os perfis deverão vir de fábrica com as dimensões exatas contidas em projeto.

Os serviços que contemplam as composições da estrutura metálica da ponte consistem no fornecimento dos materiais necessários, o transporte até o local da obra, considerando a carga e descarga do material e a colocação das vigas na posição final em obra, as ligações entre as peças e o içamento das estruturas, garantindo a segurança dos trabalhadores e integridade estrutural das peças.

#### **10.9.1.1. Fornecimento de estrutura metálica**

Os materiais utilizados para as vigas serão:

- Aço patinável, perfis e chapas, ASTM A-588;

#### **10.9.1.2. Conectores de cisalhamento**

Os materiais utilizados para as conectores serão:

- Chapa de aço grossa, ASTM A36;
- Eletrodo revestido aws - e7018, diâmetro igual a 4,00 mm;
- Ajudante de estrutura metálica;
- Montador de estrutura metálica;
- Soldador.

A composição do serviço de fornecimento e montagem dos conectores foi baseado na composição SINAPI-100764.

#### **10.9.1.3. Transporte de estrutura metálica**

Os equipamentos utilizados serão:

- Transporte em cavalo mecânico, inclusive prancha semirreboque;

O veículo seguirá o trajeto estabelecido, levando em consideração as restrições de peso e altura da via.



O motorista deverá conduzir o veículo, até o local estabelecido, de forma segura e responsável, respeitando as velocidades permitidas, sinais de trânsito e a sinalização adequada para garantir a segurança de pedestres e demais veículos.

#### **10.9.1.4. Descarregamento**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Caminhão carroceria carga seca;
- Cavalos mecânicos;
- Guindaste articulado veicular;
- Semirreboque (tipo prancha carrega tudo);
- Servente.

Todas as peças da estrutura recebidas na obra devem ser armazenadas e manuseadas de tal forma que não sejam submetidas a tensões excessivas, nem sofram danos. Toda vez que houver acúmulo de material, forças de equipamento ou de outras naturezas sobre a estrutura, durante a montagem, devem ser tomadas medidas para que sejam absorvidas as solicitações correspondentes.

#### **10.9.1.5. Lançamento**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Caminhão carroceria carga seca;
- Guindaste articulado veicular;
- Servente.

A CONTRATADA será responsável por planejar, gerenciar e executar as todas as atividades de montagem de estruturas de aço indicadas no projeto. Conforme NR-18 toda montagem, manutenção e desmontagem de estrutura metálica devem estar sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.



### **10.9.2. Fôrmas e escoramentos de laje maciça**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Desmoldante protetor para formas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;
- Viga de escoramento h20, de madeira, peso de 5,00 a 5,20 kg/m, com extremidades plásticas;
- Locação de torre metálica completa para uma carga de 8 tf (80 kn) e pé direito até 6 m, incluindo módulos, diagonais, sapatas e forçados;
- Ajudante de carpinteiro;
- Carpinteiro de formas;
- Fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm.

As fôrmas e escoramentos obedecerão aos critérios das Normas Técnicas Brasileiras que regem a matéria.

Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e calafetadas, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

Em peças com altura superior a 2,0m, principalmente as estreitas, será necessária a abertura de pequenas janelas na parte inferior da fôrma, para facilitar a limpeza.

As fôrmas serão molhadas até a saturação a fim de evitar-se a absorção da água de amassamento do concreto.

Os produtos antiaderentes destinados a facilitar a desmoldagem, serão aplicados na superfície da fôrma antes da colocação da armadura.

Deverão ser tomadas as precauções para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitida.



As fôrmas deverão ser preparadas tal que fique assegurada sua resistência aos esforços decorrentes do lançamento e vibrações do concreto, sem sofrer deformações fazendo com que, por ocasião da desfôrma, a estrutura reproduza o determinado em projeto.

Na retirada das fôrmas, devem ser tomados os cuidados necessários a fim de impedir que sejam danificadas as superfícies de concreto.

É vedado o emprego de óleo queimado como agente desmoldante, bem como o uso de outros produtos que, posteriormente, venham a prejudicar a uniformidade de coloração do concreto aparente.

A variação na precisão das dimensões deverá ser de no máximo 5,0mm (cinco milímetros).

O alinhamento, o prumo, o nível e a estanqueidade das fôrmas serão verificados e corrigidos permanentemente, antes e durante o lançamento do concreto.

A retirada das fôrmas obedecerá a NBR-6118, atentando-se para os prazos recomendados:

- Faces laterais: 3 dias;
- Faces inferiores: 14 dias, com escoramentos, bem encunhados e convenientemente espaçados;
- Faces inferiores sem escoramentos: 21 dias.

### **10.9.3. Fôrmas de compensado resinado 10 mm**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Grupo gerador;
- Serra circular com bancada;
- Ajudante;
- Carpinteiro;
- Caibro de pinho - L = 7,5 cm e E = 7,5;



- Compensado resinado - E = 10 mm;
- Desmoldante para fôrmas de madeira;
- Peça de madeira - L = 7,5 cm e E = 2,5 cm;
- Pregos de ferro;
- Tábua - E = 2,5 cm e L = 10 cm;
- Tábua - E = 2,5 cm e L = 30 cm;
- Transporte dos materiais.

Detalhes conforme 10.9.2.

#### **10.9.4. Armação em aço CA-50**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Aço CA-50;
- Arame liso recozido em aço-carbono - D = 1,24 mm (18 BWG) - Caminhão carroceria 15 t;
- Ajudante;
- Armador.

A armadura não poderá ficar em contato direto com a fôrma, obedecendo-se para isso a distância mínima prevista na NBR-6118 e no projeto estrutural. Deverão ser empregados afastadores de armadura dos tipos "*clips*" plásticos ou pastilhas de argamassa.

Os diâmetros, tipos, posicionamentos e demais características da armadura, devem ser rigorosamente verificados quanto à sua conformidade com o projeto, antes do lançamento do concreto.

Todas as barras a serem utilizadas na execução do concreto armado deverão passar por um processo de limpeza prévia e deverão estar isentas de corrosão, defeitos, entre outros.

As armaduras deverão ser adequadamente amarradas a fim de manterem as posições indicadas em projeto, quando do lançamento e adensamento do concreto.



As armaduras que ficarem expostas por mais de 30 dias deverão ser pintadas com nata de cimento ou tinta apropriada, o que as protegerá da ação atmosférica no período entre a colocação da fôrma e o lançamento do concreto. Antes do lançamento do concreto, esta nata deverá ser removida.

#### **10.9.5. Concreto fck=30MPa**

Ver item 10.8.4.

#### **10.9.6. Apoio das longarinas**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Apoio de Neoprene fretado;
- Pedreiro;

No encontro das longarinas (vigas Principais) com as cabeceiras haverá um aparelho de apoio fretado “NEOPRENE” (elastômero), permitindo uma adequada transferência de carga evitando o atrito direto entre as peças, com dimensões de acordo com projeto, que transferirá as cargas para as cabeceiras e as cabeceiras transferirão as cargas para as fundações.

Será feita uma preparação adequada das áreas de apoio da estrutura, garantindo que estejam limpas e niveladas para receber o neoprene.

Os aparelhos de neoprene serão posicionados nas áreas de apoio de acordo com as especificações do projeto.

Serão tomadas medidas para garantir o alinhamento correto dos aparelhos, proporcionando uma distribuição uniforme das cargas e permitindo a adequada movimentação da estrutura.



## **10.10. OBRAS COMPLEMENTARES**

### **10.10.1. Dreno de PVC $\varnothing = 50$ mm, comprimento unitário = 30 cm**

Os equipamentos e mão de obra utilizados serão:

- Tubo PVC d=50mm;
- Encarregado de obra
- Servente;
- Pedreiro.

O dreno de PVC será utilizado no sistema de drenagem da ponte, com o propósito de direcionar a água proveniente da chuva para o rio, evitando o acúmulo de água em pontos indesejados e garantindo a qualidade da estrutura. Os locais de inserção de drenos PVC estão indicados em projeto.

### **10.10.2. Canaleta meia-cana (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

A canaleta meia-cana terá 30 cm de diâmetro e será construída *in loco* utilizando concreto com resistência mínima de  $f_{ck}=20\text{MPa}$ . Sua finalidade será auxiliar na captação das águas pluviais provenientes da pista aterrada, direcionando-as de forma adequada para o rio e evitando possíveis danos à infraestrutura da ponte. A construção da canaleta será realizada com o máximo cuidado, a fim de garantir sua durabilidade e eficiência.

### **10.10.3. Remanejamento de cerca (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

As cercas que compõem o traçado da via serão realocadas para se adequarem ao aterro proposto em projeto, para o nivelamento da via com a ponte. O serviço compõe a utilização de equipamentos como caminhão carroceria e retroescavadeira, além da utilização de novos grampos para as cercas.





#### **10.10.4. Plantio de grama em placas (fonte de recursos para o serviço: Prefeitura de Muriaé)**

A lateral do talude de aterro será revestida com grama São Carlos em placas, livre de inço e com espessura média de 5cm, assentadas em terra vegetal adubada. Antes do assentamento, o terreno deverá ser preparado com a retirada de todos os materiais estranhos, tais como pedra, torrões, raízes, tocos, etc. As superfícies elevadas deverão satisfazer as condições de desempenho, alinhamento, declividade e dimensões previstas no projeto.

O solo local deverá, sempre que necessário, ser previamente escarificado (15cm), podendo ser manual ou mecânico, para receber a camada de terra fértil, a fim de facilitar a sua aderência. As placas deverão ser assentadas sobre a camada de 5cm no mínimo de terra fértil adubada, compondo, ao todo, um conjunto de espessura de aproximadamente 10cm de altura. As placas serão assentadas como ladrilhos, em fileira com as juntas desencontradas para prevenir deslocamentos e deformação de área gramada. Após o assentamento, as placas deverão ser abatidas para efeito de uniformização da superfície. A superfície deverá ser molhada diariamente (exceto em dias de chuva), num período mínimo de 60 dias, a fim de assegurar sua fixação e evitar o ressecamento das placas de grama.

#### **10.11. SINALIZAÇÃO**

##### **10.11.1. Placa de sinalização**

As placas de sinalização vertical deverão atender os critérios estabelecidos no link a seguir: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/regulamentacao-atual/743\\_manuaisinalizacaorodoviaria-30-04-2021.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/regulamentacao-atual/743_manuaisinalizacaorodoviaria-30-04-2021.pdf) (dimensões das placas: **Figura A.21** – Placa R-14 – Peso Total Bruto. **Figura A.26** – Placa R-19 – Velocidade Máxima Permitida. **Figura A.85** – Placa A-21 – Estreitamento da pista).



### **10.11.1.1. Material para placa de sinalização**

#### **10.11.1.1.1. Chapa de aço**

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, nº16 galvanizada com película retrorrefletiva tipo I + SI.

Deve atender integralmente a NBR 11904 - Placas de aço para sinalização viária.

#### **10.11.1.1.2. Tratamento**

As chapas de aço depois de cortadas nas dimensões finais e furadas, devem ter as suas bordas lixadas antes do processo de tratamento composto por: retirada de graxa, decapagem, em ambas as faces; aplicação no verso de demão de *wash primer*, a base de cromato de zinco com solvente especial para a galvanização de secagem em estufa.

#### **10.11.1.1.3. Acabamento**

O acabamento final do verso pode ser feito:

- com uma demão de primer sintético e duas demãos de esmalte sintético, à base de resina alquídica ou poliéster na cor preto fosco, com secagem em estufa à temperatura de 140 °C, ou;
- com tinta a pó, à base de resina poliéster por deposição eletrostática, com polimerização em estufa a 220 °C e com espessura de película de 50 micra.

No verso da placa deve constar o nome do fabricante da placa, PMM/MG e a data da fabricação com mês e ano.

#### **10.11.1.1.4. Suporte das placas**

Os suportes das placas deverão ser de madeira. Deverão ser enterradas 50cm abaixo do nível do solo e ocupar toda a extensão da placa de aço.

### **10.11.1.2. Equipamentos para placa de sinalização**

Equipamentos mínimos utilizados para a implantação de placas de aço:



ESTADO DE MINAS GERAIS  
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
CNPJ: 17.947.581/0001-76

- caminhão para o transporte das placas e ferramentas;
- ferramentas padrão, tipo enxada, pá, picareta, martelo, chaves fixas.

### **10.11.1.3. Execução de placa de sinalização**

O dimensionamento das placas, tarjas, letras, pictogramas etc. deve atender ao projeto de sinalização elaborado especificamente para cada local, atendendo também ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume I, Sinalização vertical de regulamentação e Volume II, Sinalização vertical de advertência.

As implantações das placas devem obedecer aos parâmetros de projeto constante no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume I, Sinalização vertical de regulamentação e Volume II, Sinalização vertical de advertência.

---

MSc. Arlan do Carmo Mendonça  
Engenheiro Civil  
Secretaria Municipal de Obras Públicas  
Prefeitura Municipal de Muriaé