

CONSÓRCIO



PROJETO DE ENGENHARIA DOS TRECHOS RURAIS DA BACIA DO RIO MANGARAÍ

Trecho: 01 ao 14
Município: Santa Leopoldina/ES

VOLUME 1 – RELATÓRIO DO PROJETO E DOCUMENTOS PARA LICITAÇÃO

2018

CLIENTE



DER-ES

Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Espírito Santo

SR-1

Superintendência
Regional - 1

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | APRESENTAÇÃO | 8 |
| 2 | INFORMAÇÕES GERAIS | 9 |
| 2.1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2.2 | JUSTIFICATIVA | 10 |
| 2.3 | RESULTADO ESPERADO | 10 |
| 2.4 | IMPACTOS AMBIENTAIS | 10 |
| 3 | MAPA DE SITUAÇÃO..... | 12 |
| 4 | MEMORIAL FOTOGRÁFICO..... | 14 |
| 4.1 | TRECHO 01 | 15 |
| 4.2 | TRECHO 02 | 18 |
| 4.3 | TRECHO 03 | 22 |
| 4.4 | TRECHO 04 | 24 |
| 4.5 | TRECHO 05 | 28 |
| 4.6 | TRECHO 06 | 31 |
| 4.7 | TRECHO 07 | 34 |
| 4.8 | TRECHO 08 | 38 |
| 4.9 | TRECHO 09 | 40 |
| 4.10 | TRECHO 10 | 42 |
| 4.11 | TRECHO 11 | 44 |
| 4.12 | TRECHO 12 | 47 |
| 4.13 | TRECHO 13 | 50 |
| 4.14 | TRECHO 14 | 53 |
| 5 | ESTUDOS E PROJETOS..... | 57 |
| 5.1 | ESTUDOS HIDROLÓGICOS..... | 57 |
| 5.2 | ESTUDOS GEOLÓGICOS | 104 |
| 5.3 | ESTUDOS GEOTÉCNICOS..... | 108 |
| 5.4 | PROJETO DE TERRAPLENAGEM..... | 110 |
| 5.5 | PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO | 112 |
| 5.6 | PROJETO DE DRENAGEM E OAC..... | 126 |
| 5.7 | QUANTITATIVO | 133 |
| 6 | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS | 137 |
| 6.1 | NORMAS GERAIS DE TRABALHO..... | 137 |
| 6.2 | ESPECIFICAÇÕES GERAIS | 144 |
| 7 | ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA | 146 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Mapa de situação do trecho em estudo..... | 13 |
| Figura 2 – Estaca 0+0,00..... | 16 |
| Figura 3 – Estaca 0+0,00 - Lado Esquerdo (LE)..... | 16 |
| Figura 4 – Estaca 15+0,00..... | 16 |
| Figura 5 – Estaca 15+0,00 LE 01..... | 16 |
| Figura 6 – Estaca 15+0,00 LE02..... | 16 |
| Figura 7 – Estaca 19+0,00 Lado Direito (LD) 01..... | 16 |
| Figura 8 – Estaca 20+0,00..... | 16 |
| Figura 9 – Estaca 29+15,00 – Grota LE..... | 16 |
| Figura 10 – Estaca 66+0,00 Grota LE..... | 17 |
| Figura 11 – Estaca 68+0,00 – LE – Passivo 01..... | 17 |
| Figura 12 – Estaca 68+0,00 LE Passivo 02..... | 17 |
| Figura 13 – Estaca 68+0,00 LE Passivo 03..... | 17 |
| Figura 14 – LE Passivo 04..... | 17 |
| Figura 15 – Estaca 38+0,00 – Atoleiro..... | 17 |
| Figura 16 – Estaca 2 + 0,00 Lado Esquerdo..... | 19 |
| Figura 17 – Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 1..... | 19 |
| Figura 18 – Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 2..... | 19 |
| Figura 19 - Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 3..... | 19 |
| Figura 20 - - Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 4..... | 19 |
| Figura 21 – Estaca 23 Lado Direito Jusante BSTC 40..... | 19 |
| Figura 22 – Estaca 31 + 0,00 (Eucalipto a serem removidos) Lado Esquerdo..... | 19 |
| Figura 23 – Estaca 56 Lado Esquerdo Jusante Bueiro 40..... | 20 |
| Figura 24 – Estaca 66 Lado Esquerdo Erosão..... | 20 |
| Figura 25 – Estaca 93 Afloramento Rochoso..... | 20 |
| Figura 26 – Estaca 165 Erosão Lado Esquerdo 1..... | 20 |
| Figura 27 - Estaca 165 Erosão Lado Esquerdo 2..... | 20 |
| Figura 28 – Estaca 177 Passivo Ambiental Lado Direito..... | 20 |
| Figura 29 – Estaca 182 Lado Direito Material Solto..... | 20 |
| Figura 30..... | 20 |
| Figura 31 – Estaca 136+0,00 LD Passivo 01..... | 23 |
| Figura 32- Estaca 136+0,00 LD Passivo 02..... | 23 |
| Figura 33 - - Estaca 136+0,00 LD Passivo 03..... | 23 |
| Figura 34 – Estaca 143+0,00 Área para disposição de material..... | 23 |
| Figura 35 – Estaca 47+15,00 Grota LD implantar caixa..... | 25 |
| Figura 36 – Estaca 50+0,00 Rocha..... | 25 |
| Figura 37 – Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 01..... | 25 |
| Figura 38 - Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 02..... | 25 |
| Figura 39..... | 25 |
| Figura 40 - Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 03..... | 25 |
| Figura 41 – Estaca 13+0,00 – Rocha 0 Levantar Greide para fazer caixa LD..... | 25 |
| Figura 42 – Estaca 29+0,00 – Rocha LE..... | 25 |
| Figura 43 – Estaca 55+0,00..... | 25 |

| | |
|---|----|
| Figura 44 – Estaca 55+0,00 LE – Casa na linha da grotá..... | 26 |
| Figura 45 – Estaca 77+0,00..... | 26 |
| Figura 46 – Estaca 79+0,00 LE Erosão 01 | 26 |
| Figura 47 – Estaca 79+0,00 LE Erosão 02..... | 26 |
| Figura 48 – Estaca 99+0,00 Erosão LD - Vertedouro..... | 26 |
| Figura 49 - Estaca 99+0,00 Erosão LD - Vertedouro..... | 26 |
| Figura 50 – Estaca 99+0,00 Erosão LE..... | 26 |
| Figura 51 – Estaca 174,00 - Erosão Bueiro LE..... | 26 |
| Figura 52 – Estaca 204+0,00 BSTC 1,20..... | 27 |
| Figura 53 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área de Empréstimo..... | 27 |
| Figura 54 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área de Empréstimo 02..... | 27 |
| Figura 55 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área de Empréstimo 02..... | 27 |
| Figura 56 – Estaca 407+0,00 LE Parede de Rocha 01 | 27 |
| Figura 57 – Estaca 407+0,00 LE Parede de Rocha 01 | 27 |
| Figura 58 – Estaca 19+0,00..... | 29 |
| Figura 59 – Estaca 26+15,00..... | 29 |
| Figura 60 – Estaca 39+0,00..... | 29 |
| Figura 61- Estaca 41+10,00 | 29 |
| Figura 62 – Estaca 52+0,00..... | 29 |
| Figura 63 – Estaca 55+0,00..... | 29 |
| Figura 64 – Estaca 56+0,00..... | 29 |
| Figura 65 – Estaca 88+15,00..... | 29 |
| Figura 66 – Estaca 96+10,00..... | 30 |
| Figura 67 – Estaca 112+0,00..... | 30 |
| Figura 68 – Estaca 121+10,00..... | 30 |
| Figura 69 – Estaca 0+0,00..... | 32 |
| Figura 70 – Estaca 11+15,00..... | 32 |
| Figura 71 – Estaca 29+0,00..... | 32 |
| Figura 72 – Estaca 33+15,00..... | 32 |
| Figura 73 – Estaca 49+15,00..... | 32 |
| Figura 74 – Estaca 64+15,00..... | 32 |
| Figura 75 – Estaca 105+0,00..... | 32 |
| Figura 76 - Estaca 156+15,00 | 32 |
| Figura 77 – 157+15,00..... | 33 |
| Figura 78 – Estaca 157+15,00..... | 33 |
| Figura 79 – Estaca 188+15,00..... | 33 |
| Figura 80 – Estaca 214+15,00..... | 33 |
| Figura 81 – Estaca 230+15,00 (1)..... | 33 |
| Figura 82 - Estaca 230+15,00 (2)..... | 33 |
| Figura 83 – Estaca 9+10,00..... | 35 |
| Figura 84 – Estaca 79 + 10,00..... | 35 |
| Figura 85 – Estaca 81+5,00..... | 35 |
| Figura 86 – Estaca 104+10,00..... | 35 |
| Figura 87 – Estaca 106+10,00..... | 35 |
| Figura 88 – Estaca 259+0,00..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Figura 89 – Estaca 262+10,00 (1)..... | 36 |
| Figura 90 – Estaca 262+10,00 (2)..... | 36 |
| Figura 91 – Estaca 264+0,00 (1)..... | 36 |
| Figura 92 – Estaca 264+0,00 (2)..... | 36 |
| Figura 93 – Estaca 272+0,00..... | 36 |
| Figura 94 – Estaca 275+0,00..... | 36 |
| Figura 95 – Estaca 275+0,00..... | 36 |
| Figura 96 – Estaca 0+2,00..... | 39 |
| Figura 97 – Estaca 9+0,00..... | 39 |
| Figura 98 – Estaca 12+0,00..... | 39 |
| Figura 99 – Estaca 20+5,00..... | 39 |
| Figura 100 – Estaca 28+5,00..... | 39 |
| Figura 101 – Estaca 0+10,00..... | 41 |
| Figura 102 – Estaca 6+15,00..... | 41 |
| Figura 103 – Estaca 16+5,00..... | 41 |
| Figura 104 – Estaca 28+10,00..... | 41 |
| Figura 105 – Estaca 30+0,00..... | 41 |
| Figura 106 – Estaca 0+0,00..... | 43 |
| Figura 107 – Estaca 25+15,00..... | 43 |
| Figura 108 – Estaca 69+0,00..... | 43 |
| Figura 109 – Estaca 88+15,00..... | 43 |
| Figura 110 – Estaca 102+10,00..... | 43 |
| Figura 111 – Estaca 113+10,00..... | 43 |
| Figura 112 – Estaca 118+15,00..... | 43 |
| Figura 113 – Estaca 15+5,00..... | 45 |
| Figura 114 – Estaca 23+5,00 (1)..... | 45 |
| Figura 115 – Estaca 23+5,00 (2)..... | 45 |
| Figura 116 – Estaca 34+10,00..... | 45 |
| Figura 117 – Estaca 47+0,00..... | 45 |
| Figura 118 – Estaca 54+10,00..... | 45 |
| Figura 119 – Estaca 65+5,00..... | 45 |
| Figura 120 – Estaca 78+0,00..... | 45 |
| Figura 121 – Estaca 83+0,00..... | 46 |
| Figura 122 – Estaca 94+0,00..... | 46 |
| Figura 123 – Estaca 105+10,00 (1)..... | 46 |
| Figura 124 – Estaca 105+10,00 (2)..... | 46 |
| Figura 125 – Estaca 3+2,00..... | 48 |
| Figura 126 – Estaca 26+15,00..... | 48 |
| Figura 127 – Estaca 56+5,00..... | 48 |
| Figura 128 – Estaca 68+15,00..... | 48 |
| Figura 129 – Estaca 115+15,00..... | 48 |
| Figura 130 – Estaca 150+10,00..... | 48 |
| Figura 131 – Estaca 168+5,00..... | 48 |
| Figura 132 – Estaca 193+10,00..... | 48 |
| Figura 133 – Estaca 258+5,00..... | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 134 – Estaca 275+0,00..... | 49 |
| Figura 135 – Estaca 293+15,00..... | 49 |
| Figura 136 – Estaca 83+10,00 (1)..... | 51 |
| Figura 137 – Estaca 83+10,00 (2)..... | 51 |
| Figura 138 – Estaca 127+15,00 (1)..... | 51 |
| Figura 139 – Estaca 127+15,00 (2)..... | 51 |
| Figura 140 – 133+15,00..... | 51 |
| Figura 141 – Estaca 135+15,00..... | 51 |
| Figura 142 – Estaca 153+15,00..... | 51 |
| Figura 143 – 156+15,00..... | 51 |
| Figura 144 – 174+0,00..... | 52 |
| Figura 145 – Estaca 177+0,00..... | 52 |
| Figura 146 - Estaca 196+5,00 (1)..... | 52 |
| Figura 147 - Estaca 196+5,00 (2)..... | 52 |
| Figura 148 – Estaca 197+15,00 (1)..... | 52 |
| Figura 149 – Estaca 197+15,00 (2)..... | 52 |
| Figura 150 - Estaca 0+0,00..... | 54 |
| Figura 151 - Estaca 3+10,00..... | 54 |
| Figura 152 - Estaca 7+15,00..... | 54 |
| Figura 153 - Estaca 20+0,00..... | 54 |
| Figura 154 - Estaca 33+5,00..... | 54 |
| Figura 155 - Estaca 39+10,00..... | 54 |
| Figura 156 - Estaca 48+15,00..... | 54 |
| Figura 157 - Estaca 61+5,00..... | 54 |
| Figura 158 - Estaca 68+0,00..... | 55 |
| Figura 159 - Estaca 72+15,00..... | 55 |
| Figura 160 - Estaca 79+10,00..... | 55 |
| Figura 161 - Estaca 81+0,00..... | 55 |
| Figura 162 - Estaca 88+10,00..... | 55 |
| Figura 163 - Estaca 103+15,00..... | 55 |
| Figura 164 - Estaca 108+0,00..... | 55 |
| Figura 165 - Estaca 118+0,00..... | 55 |
| Figura 166 - Estaca 127+15,00..... | 56 |
| Figura 167 - Estaca 142+0,00..... | 56 |
| Figura 168 - Estaca 149+15,00..... | 56 |
| Figura 169 - Estaca 156+10,00..... | 56 |
| Figura 170 - Estaca 158+10,00..... | 56 |
| Figura 171 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Kopen. Detalhe em preto..... | 58 |
| Figura 172 – Espacialização das zonas climáticas do município de Santa Teresa-ES e médias das temperatura máximas e mínimas mensais, segundo Emcapa/Neput (1999)..... | 59 |
| Figura 173 – Espacialização das zonas climáticas do município de Santa Leopoldina e médias das temperatura máximas e mínimas mensais, segundo Emcapa/Neput (1999)..... | 61 |
| Figura 174 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo. (Fonte: ASPE, 2009). | 61 |
| Figura 175 – Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo. (Fonte: ASPE, 2009). | 62 |

| | |
|--|-----|
| Figura 176 – Curvas altura-duração-frequência de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Duas Bocas..... | 68 |
| Figura 177: Curvas altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Barra de São Francisco..... | 68 |
| Figura 178 – Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Duas Bocas..... | 69 |
| Figura 179 - Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Leopoldina..... | 69 |
| Figura 180 – Média Mensal da Precipitação e de Dias Chuvosos no período de 1952 a 2017 na estação pluviométrica Duas Bocas (2040014)..... | 71 |
| Figura 181– Média Mensal da Precipitação e de Dias Chuvosos no período de 1950 a 2017 na estação pluviométrica Santa Leopoldina (2040010)..... | 71 |
| Figura 182 – Precipitação Máxima Mensal do período de 1952 a 2017 na estação pluviométrica Duas Bocas..... | 72 |
| Figura 183– Precipitação Máxima Mensal do período de 1950 a 2017 na estação pluviométrica Santa Leopoldina..... | 72 |
| Figura 184 – Precipitação Total Anual do período de 1970 a 2015 na estação pluviométrica Duas Bocas..... | 73 |
| Figura 185– Precipitação Total Anual do período de 1948 a 2015 na estação pluviométrica Santa Leopoldina..... | 73 |
| Figura 186: Vazão x Área de contribuição..... | 95 |
| Figura 187 – Mapa Geológico dos trechos. Fonte: Recorte de CPRM (2015)..... | 105 |
| Figura 188 – Estrada rural com revestimento primário do tipo Revsol..... | 113 |
| Figura 189 – Esquema de tratamentos superficiais (Santos, 2003)..... | 115 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 - Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Duas Bocas entre os anos 1952 e 2017. | 64 |
| Tabela 2- Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Santa Leopoldina entre os anos 1948 e 2017. | 64 |
| Tabela 3 - Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica de Duas Bocas. | 66 |
| Tabela 4- Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica de Santa Leopoldina. | 66 |
| Tabela 5- Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Duas Bocas, associadas a diferentes períodos de retorno e durações. | 67 |
| Tabela 6 - Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Santa Leopoldina, associadas a diferentes períodos de retorno e durações. | 67 |
| Tabela 7- Principais características morfométricas das sub-bacias interceptadas pela rodovia. | 74 |
| Tabela 8 – Período de Recorrência. | 84 |
| Tabela 9 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local. | 90 |
| Tabela 10 - Valor do coeficiente de deflúvio em relação ao grupo hidrológico do solo, uso e ocupação do solo e declividade do terreno. | 91 |
| Tabela 11: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 1 | 96 |
| Tabela 12: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 2 | 96 |
| Tabela 13: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 3 | 97 |
| Tabela 14: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 4 | 98 |
| Tabela 15: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 5 | 99 |
| Tabela 16: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 6 | 99 |
| Tabela 17: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 7 | 100 |
| Tabela 18: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 8 | 101 |
| Tabela 19: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 10 | 101 |
| Tabela 20: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 11 | 101 |
| Tabela 21: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 12 | 102 |
| Tabela 22: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 13 | 103 |
| Tabela 23: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 14 | 103 |
| Tabela 24 –Bota-fora. | 109 |
| Tabela 25 – Canteiro de Obras. | 109 |
| Tabela 26 – Período de recorrência de vazões recomendados para cada tipo de estrutura de drenagem. | 129 |
| Tabela 27 - Simplificação da fórmula de manning para o dimensionamento hidráulico de bueiros. | 130 |

1 APRESENTAÇÃO

O Consórcio PROSUL/ENGESPRO/VIAPONTE apresenta o Projeto de Engenharia dos trechos rurais da Bacia do Rio Mangaraí, em conformidade com os termos do Contrato N° 020/2018, assinado em 06/06/2018, cujo objeto é a Prestação de Serviços Especializados de Engenharia para Supervisão e Apoio à Fiscalização Técnica, Ambiental e de Regularidade Trabalhista, Fiscal e Previdenciária das Obras Viárias, das obras sob jurisdição da Superintendência Regional – 1 (SR-1) do DER-ES.

Este Projeto está elaborado em conformidade com os termos da Instrução de Serviço IS N° 007-N/2015 do DER-ES, e é composto pelos seguintes volumes:

- *Volume 1 – Relatório do Projeto e Documentos para Licitação;*
- *Volume 2 – Projeto de Execução;*
- *Volume 3 – Orçamento e Plano de Execução da Obra.*

Vitória/ES, 2018.

2 INFORMAÇÕES GERAIS

2.1 INTRODUÇÃO

A região da Grande Vitória, com uma população de aproximadamente 1,7 milhões de habitantes, é abastecida por dois mananciais: o rio Jucu e o rio Santa Maria da Vitória. Este último tem apresentado, ao longo dos anos, um agravamento da sua qualidade d'água, o que tem obrigado a CESAN a investir cada vez mais em insumos e em mudanças no sistema de tratamento para garantir o abastecimento da população dentro do padrão de potabilidade definido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

O Rio Santa Maria da Vitória nasce no município de Santa Maria de Jetibá e suas águas percorrem 122 quilômetros até desaguar na Baía de Vitória. Sua área de drenagem é de 1.844 km² e abrange cinco municípios do Estado: Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Cariacica, Serra e Vitória.

Esse manancial é um dos principais do Espírito Santo, sob o aspecto socioeconômico, e é responsável pelo abastecimento de água da Grande Vitória, cobrindo a parte continental da capital e o município da Serra, regiões com alto crescimento habitacional e industrial nos últimos anos, contendo também duas grandes companhias siderúrgicas, que alavancam a economia do estado.

Nos últimos anos tem-se percebido um razoável incremento da quantidade de sedimentos carreados, motivo de preocupação nas duas Estações de Tratamento de Água (ETA) que recebem a água captada no rio Santa Maria: ETA Santa Maria e ETA Carapina.

Confrontando a série histórica de turbidez com o consumo de sulfato de alumínio, necessário ao tratamento da água, e o volume de água tratada, observa-se que, enquanto o último praticamente não se alterou, os valores de turbidez e de consumo de sulfato de alumínio têm apresentado uma tendência de crescimento ao longo do tempo.

Para definição da área piloto iniciou-se a realização de campanhas de monitoramento envolvendo o rio Santa Maria da Vitória e seus principais afluentes: Rio Farinhas, Rio da Prata, Córrego da Pedra Preta, Rio Tirol, Rio Crubixá-Açu e Rio Mangaraí, sendo que este último tem sido apontado como um dos principais contribuintes para a carga de turbidez na captação em Carapina, Serra-ES.

A Sub-Bacia do Rio Mangaraí, totaliza 18.370 ha, caracteriza-se predominantemente por região rural, fazendo parte os municípios de Santa Leopoldina e Cariacica/ES, com respectivamente 87 % e 13 % do total de sua área.

Incorpora-se a este aspecto o fato de que o agronegócio é a principal atividade geradora de emprego e renda para 61 dos 78 municípios capixabas, além de representar 30% do PIB do Estado, mas ainda enfrenta muitos desafios na garantia de condições para escoamento da produção, uma vez que são mais de 45 mil quilômetros de estradas rurais não pavimentadas.

Contudo, as estradas da região da bacia do Rio Mangaraí encontram-se em condições precárias de trafegabilidade, dificultando a comercialização dos produtos agrícolas e o acesso da população aos serviços básicos de saúde e educação, além de alavancar as atividades rurais não-agrícolas, como o agroturismo

Além disso, o local apresenta declividades acentuadas, com estradas sem os dispositivos adequados de drenagem, provocando o assoreamento e acúmulo de sedimentos nos cursos d'água.

As comunidades existentes na Bacia do Rio Mangaraí e que serão atendidas no contexto são: Holanda, Holandinha, Boqueirão do Thomas, Meia Légua, Pau Amarelo, Califórnia e Alto Califórnia, Tirol e

Alto Tirol, Rio do Meio, Boqueirão do Santilho, Mangaraí, Braço de Mangaraí, Boa Esperança, Fumaça, Retiro e Barra do Mangaraí.

A população da Sub-bacia do Rio Mangaraí é estimada em 3.738 habitantes, com cerca de 800 propriedades rurais, onde predominam minifúndios e pequenas propriedades.

Também se beneficiarão habitantes da Grande Vitória pois esse manancial é responsável pelo abastecimento da parte continental da capital e o município da Serra.

2.2 JUSTIFICATIVA

A região de estudo do presente projeto pertence a área de influência da Bacia do Rio Mangaraí, bacia essa localizada dentro do município de Santa Leopoldina e que vem enfrentando graves problemas de assoreamento do leito do rio, devido ao volume de material geológico terroso originado de erosões ao longo de sua área de influência e que é levado e depositado ao leito de rio pelas águas das chuvas.

Em análise técnica previa do problema, pode ser observado que a geologia e a topografia da região em estudo é propensa a esse tipo de erosão, que são causadas por fatores naturais presentes no local, como o relevo de alta declividade, tipo de vegetação natural, tipo de solo, existências naturais de grotas que concentram as águas das chuvas.

Em uma análise mais direcionada verificou-se que as estradas presentes na área de contribuição estão potencializando os problemas ambientais, uma vez que devido a suas características simplórias, e a falta de dispositivos de drenagem, direcionamento de águas e proteção de pavimento, estão funcionando como valetas, capitando e direcionando as águas de forma não planejada, concentrando o volume e aumentando a velocidade de escoamento da água pelo corpo não protegido da via, erodindo a pista e taludes, agravando muito os problemas ambientais existentes.

Para minorar os efeitos dos problemas críticos apontados nestas análises, faz-se necessário a execução de elementos constitutivos que possibilitem um controle e direcionamento ordenado das águas, como também a proteção do corpo estradal, para que não agrave o problema com contribuição de sedimentos e também proteja os dispositivos de drenagem a serem executados.

Tais elementos englobam a implantação de drenagem superficial adequada, a construção de caixas secas e bacias de sedimentação e a pavimentação das estradas com revestimento de baixíssimo custo, uma vez que o tráfego é mínimo e em alguns segmentos apenas esporádico.

2.3 RESULTADO ESPERADO

O principal objetivo da Pavimentação e Melhorias das Estradas Vicinais é a redução dos sedimentos nos cursos d'água e por consequência a ampliação da quantidade e melhoria da qualidade da água, através das intervenções de drenagem e pavimentação nas estradas vicinais na região da Bacia do Rio Mangaraí.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

Pelos elementos constitutivos das soluções técnicas propostas o impacto ambiental na região de abrangência será positivo, no sentido da redução do transporte de sedimentos e melhoria de qualidade de água nas bacias.

A pavimentação utilizará materiais absolutamente inertes, normatizados e atestados. A manutenção do greide atual e da largura do leito estradal reduzirá o volume de interferências de traçado, volumes de cortes e aterros, evitando ao máximo a supressão da vegetação.

A definição das alternativas para a drenagem das estradas considerou a redução de impactos ao meio ambiente, bem como buscou atender ao princípio da economicidade na execução das obras, juntamente com a priorização por aqueles que tenham comprovado a sua eficiência e efetividade na contenção de resíduos e/ou potencialização de retenção e infiltração de água para o subsolo, causando pouco ou nenhum impacto e interferência nociva ao ambiente.

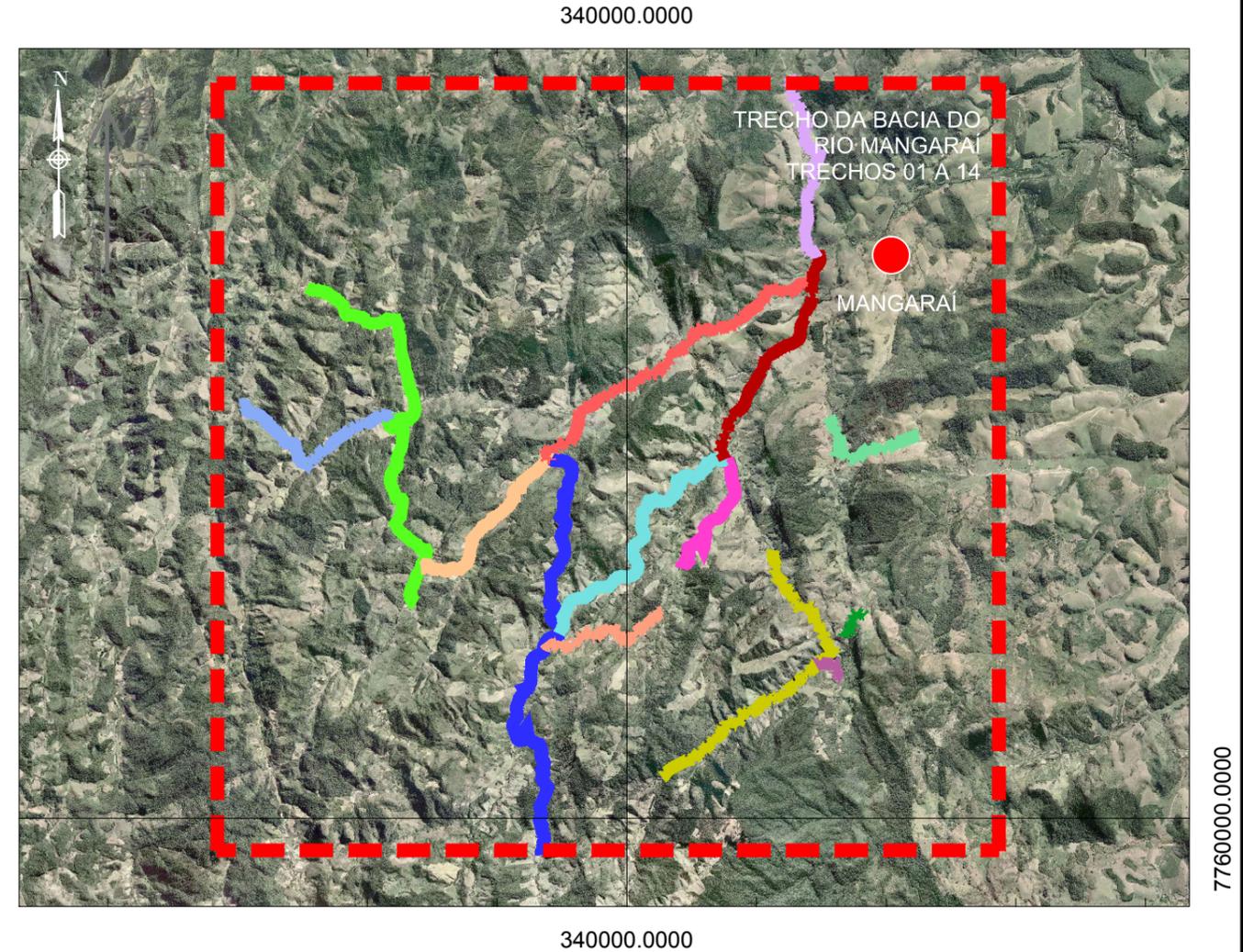
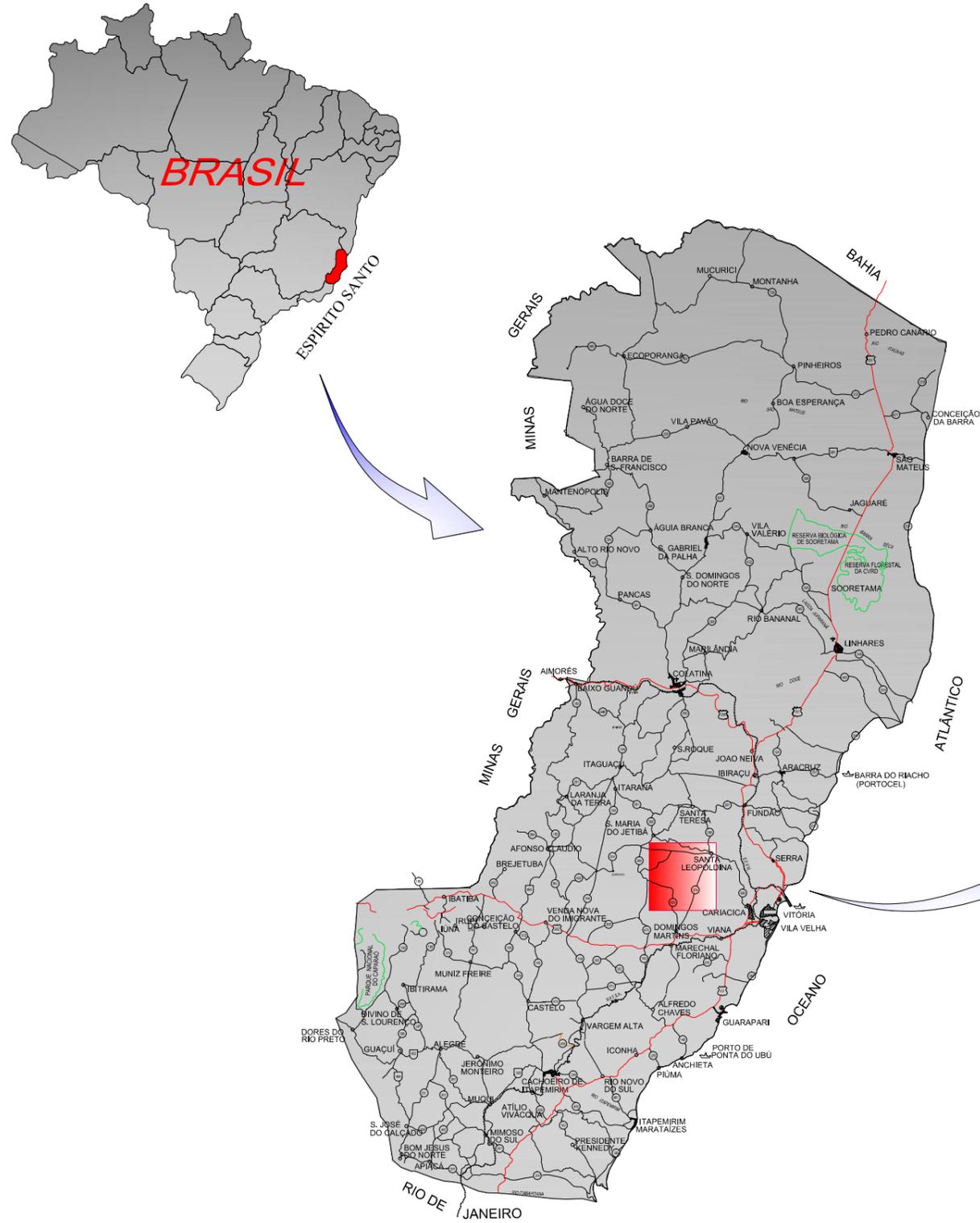
Mesmo considerando que os aspectos ambientais locais sofram interferências mínimas ou exerçam pouca influência sobre execução das obras e serviços, haverá necessidade de Gestão Ambiental durante a execução dos serviços, equilibrando as necessidades da engenharia da obra com as exigências ambientais.

Durante a elaboração dos Estudos e Projeto Executivo será possível, caracterizar de forma mais precisa a região de inserção dos trechos de intervenção, bem como identificar os poucos impactos ambientais e, as medidas de controle, de mitigação e de compensação, quando couber.

3 MAPA DE SITUAÇÃO

O presente Projeto de Engenharia contempla a Pavimentação e Drenagem de 14 trechos rurais localizados no município de Santa Leopoldina/ES, cuja extensão total de intervenção é de aproximadamente 53 km. Os trechos 01 a 14 situam-se na Bacia Hidrográfica do Rio Mangaraí.

Apresenta-se a seguir o Mapa de Situação dos trechos 01 a 14, destacando sua localização e caracterizando a malha viária do seu entorno, nos contextos local, estadual e nacional.



| LEGENDA | TRECHO | ESTACA | | EXTENSÃO [m] | LEGENDA | TRECHO | ESTACA | | EXTENSÃO [m] |
|----------------|--------|-----------|--------------|-----------------|---------------|--------|-----------|---------------|-----------------|
| | | INICIAL | FINAL | | | | INICIAL | FINAL | |
| [Blue] | Trch01 | EST 0+000 | EST 1+000 | 3:12 | [Purple] | Trch09 | EST 0+000 | EST 2+000 | 0+00 |
| [Green] | Trch02 | EST 0+000 | EST 3+000 | 3:00 | [Dark Green] | Trch10 | EST 0+000 | EST 2+000 | 0+00 |
| [Orange] | Trch03 | EST 0+000 | EST 1+000 | 3:13 | [Pink] | Trch11 | EST 0+000 | EST 12+000 | 2+00 |
| [Dark Blue] | Trch04 | EST 0+000 | EST 10+12:21 | 12:21 | [Light Green] | Trch12 | EST 0+000 | EST 112+13:13 | 22+00 |
| [Light Orange] | Trch05 | EST 0+000 | EST 12+000 | 2+00 | [Red] | Trch13 | EST 0+000 | EST 2+000 | 2+00 |
| [Cyan] | Trch06 | EST 0+000 | EST 2+200 | 2+00 | [Dark Red] | Trch14 | EST 0+000 | EST 1+000 | 1+00 |
| [Yellow] | Trch07 | EST 0+000 | EST 2+000 | 2+00 | [Purple] | Trch15 | EST 0+000 | EST 1+000 | 1+00 |
| | | | | | [Brown] | Trch16 | EST 0+000 | EST 111+13:13 | 22:33 |

* O trecho 15 não aparece nessa prancha. Ver prancha MAP-17.

Consórcio:

DER - ES

Co-Autor:
Nome: Kleber Pereira Machado
CREA: ES-007839/D

Visto

Visto

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO - DER / ES

PROJETO DE ENGENHARIA

| | |
|---|---------------------|
| Trecho: 01 a 14 | Escalas: sem escala |
| Local: Santa Leopoldina - E.S. | Data: 2018 |
| Obra: Projeto de Engenharia dos Trechos Rurais da Bacia do Rio Mangaraí | Desenhista: |
| Extensão: 53 km | Folha nº: MAP-01 |

MAPA DE SITUAÇÃO

4 MEMORIAL FOTOGRÁFICO

Apresenta-se a seguir o Memorial Fotográfico dos Trecho 01 a 14.

4.1 TRECHO 01



Figura 2 – Estaca 0+0,00



Figura 3 – Estaca 0+0,00 - Lado Esquerdo (LE)



Figura 4 – Estaca 15+0,00



Figura 5 – Estaca 15+0,00 LE 01



Figura 6 – Estaca 15+0,00 LE02



Figura 7 – Estaca 19+0,00 Lado Direito (LD) 01



Figura 8 – Estaca 20+0,00



Figura 9 – Estaca 29+15,00 – Grota LE



Figura 10 – Estaca 66+0,00 Grota LE



Figura 11 – Estaca 68+0,00 – LE – Passivo 01



Figura 12 – Estaca 68+0,00 LE Passivo 02



Figura 13 – Estaca 68+0,00 LE Passivo 03



Figura 14 – LE Passivo 04



Figura 15 – Estaca 38+0,00 – Atoleiro

4.2 TRECHO 02



Figura 1 – Estaca 2 + 0,00 Eixo



Figura 16 – Estaca 2 + 0,00 Lado Esquerdo



Figura 17 – Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 1



Figura 18 – Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 2



Figura 19 - Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 3



Figura 20 - - Estaca 13 + 0,00 Lado Direito Passivo 4



Figura 21 – Estaca 23 Lado Direito Jusante BSTC 40



Figura 22 – Estaca 31 + 0,00 (Eucalipto a serem removidos) Lado Esquerdo



Figura 23 – Estaca 56 Lado Esquerdo Jusante Bueiro 40



Figura 24 – Estaca 66 Lado Esquerdo Erosão



Figura 25 – Estaca 93 Afloramento Rochoso



Figura 26 – Estaca 165 Erosão Lado Esquerdo 1



Figura 27 - Estaca 165 Erosão Lado Esquerdo 2



Figura 28 – Estaca 177 Passivo Ambiental Lado Direito



Figura 29 – Estaca 182 Lado Direito Material Solto



Figura 16 – Estaca 226 Lado Direito Material escorregado

4.3 TRECHO 03



Figura 31 – Estaca 136+0,00 LD Passivo 01



Figura 32- Estaca 136+0,00 LD Passivo 02



Figura 33 - - Estaca 136+0,00 LD Passivo 03



Figura 34 – Estaca 143+0,00 Área para disposição de material

4.4 TRECHO 04



Figura 35 – Estaca 47+15,00 Grota LD implantar caixa



Figura 36 – Estaca 50+0,00 Rocha



Figura 37 – Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 01



Figura 38 - Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 02



Figura 40 - Estaca 5+0,00 LD Passivo – Acesso 03



Figura 41 – Estaca 13+0,00 – Rocha 0 Levantar Greide para fazer caixa LD



Figura 42 – Estaca 29+0,00 – Rocha LE



Figura 43 – Estaca 55+0,00



Figura 44 – Estaca 55+0,00 LE – Casa na linha da grotá



Figura 45 – Estaca 77+0,00



Figura 46 – Estaca 79+0.00 LE Erosão 01



Figura 47 – Estaca 79+0.00 LE Erosão 02



Figura 48 – Estaca 99+0,00 Erosão LD - Vertedouro



Figura 49 - Estaca 99+0,00 Erosão LD - Vertedouro



Figura 50 – Estaca 99+0,00 Erosão LE



Figura 51 – Estaca 174,00 - Erosão Bueiro LE



Figura 52 – Estaca 204+0,00 BSTC 1,20



Figura 53 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área de Empréstimo



Figura 54 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área de Empréstimo 02



Figura 55 – Estaca 317+0,00 – LE – Retaludar – Área



Figura 56 – Estaca 407+0,00 LE Parede de Rocha 01



Figura 57 – Estaca 407+0,00 LE Parede de Rocha 01

4.5 TRECHO 05



Figura 58 – Estaca 19+0,00



Figura 59 – Estaca 26+15,00



Figura 60 – Estaca 39+0,00



Figura 61- Estaca 41+10,00



Figura 62 – Estaca 52+0,00



Figura 63 – Estaca 55+0,00



Figura 64 – Estaca 56+0,00



Figura 65 – Estaca 88+15,00



Figura 66 – Estaca 96+10,00



Figura 67 – Estaca 112+0,00



Figura 68 – Estaca 121+10,00

4.6 TRECHO 06



Figura 69 – Estaca 0+0,00



Figura 70 – Estaca 11+15,00



Figura 71 – Estaca 29+0,00



Figura 72 – Estaca 33+15,00



Figura 73 – Estaca 49+15,00



Figura 74 – Estaca 64+15,00



Figura 75 – Estaca 105+0,00



Figura 76 - Estaca 156+15,00



Figura 77 – 157+15,00



Figura 78 – Estaca 157+15,00



Figura 79 – Estaca 188+15,00



Figura 80 – Estaca 214+15,00



Figura 81 – Estaca 230+15,00 (1)



Figura 82 - Estaca 230+15,00 (2)

4.7 TRECHO 07



Figura 83 – Estaca 9+10,00



Figura 84 – Estaca 79 + 10,00



Figura 85 – Estaca 81+5,00



Figura 86 – Estaca 104+10,00



Figura 87 – Estaca 106+10,00



Figura 88 – Estaca 259+0,00



Figura 89 – Estaca 262+10,00 (1)



Figura 90 -- Estaca 262+10,00 (2)



Figura 91 – Estaca 264+0,00 (1)



Figura 92 – Estaca 264+0,00 (2)



Figura 93 – Estaca 272+0,00



Figura 94 – Estaca 275+-0,00



Figura 95 – Estaca 275+0,00

4.8 TRECHO 08



Figura 96 – Estaca 0+2,00



Figura 97 – Estaca 9+0,00



Figura 98 – Estaca 12+0,00



Figura 99 – Estaca 20+5,00



Figura 100 – Estaca 28+5,00

4.9 TRECHO 09



Figura 101 – Estaca 0+10,00



Figura 102 – Estaca 6+15,00



Figura 103 – Estaca 16+5,00



Figura 104 – Estaca 28+10,00



Figura 105 – Estaca 30+0,00

4.10 TRECHO 10



Figura 106 - Estaca 0+0,00



Figura 107 - Estaca 25+15,00



Figura 108 - Estaca 69+0,00



Figura 109 - Estaca 88+15,00



Figura 110 - Estaca 102+10,00



Figura 111 - Estaca 113+10,00



Figura 112 - Estaca 118+15,00

4.11 TRECHO 11



Figura 113 – Estaca 15+5,00



Figura 114 – Estaca 23+5,00 (1)



Figura 115 – Estaca 23+5,00 (2)



Figura 116 – Estaca 34+10,00



Figura 117 – Estaca 47+0,00



Figura 118 – Estaca 54+10,00



Figura 119 – Estaca 65+5,00



Figura 120 – Estaca 78+0,00



Figura 121 – Estaca 83+0,00



Figura 122 – Estaca 94+0,00



Figura 123 – Estaca 105+10,00 (1)



Figura 124 – Estaca 105+10,00 (2)

4.12 TRECHO 12



Figura 125 – Estaca 3+2,00



Figura 126 – Estaca 26+15,00



Figura 127 – Estaca 56+5,00



Figura 128 – Estaca 68+15,00



Figura 129 – Estaca 115+15,00



Figura 130 – Estaca 150+10,00



Figura 131 – Estaca 168+5,00



Figura 132 – Estaca 193+10,00



Figura 133 – Estaca 258+5,00



Figura 134 – Estaca 275+0,00



Figura 135 – Estaca 293+15,00

4.13 TRECHO 13



Figura 136 – Estaca 83+10,00 (1)



Figura 137 – Estaca 83+10,00 (2)



Figura 138 – Estaca 127+15,00 (1)



Figura 139 – Estaca 127+15,00 (2)



Figura 140 – 133+15,00



Figura 141 – Estaca 135+15,00



Figura 142 – Estaca 153+15,00



Figura 143 – 156+15,00



Figura 144 – 174+0,00



Figura 145 – Estaca 177+0,00



Figura 146 - Estaca 196+5,00 (1)



Figura 147 - Estaca 196+5,00 (2)



Figura 148 – Estaca 197+15,00 (1)



Figura 149 – Estaca 197+15,00 (2)

4.14 TRECHO 14



Figura 150 - Estaca 0+0,00



Figura 151 - Estaca 3+10,00



Figura 152 - Estaca 7+15,00



Figura 153 - Estaca 20+0,00



Figura 154 - Estaca 33+5,00



Figura 155 - Estaca 39+10,00



Figura 156 - Estaca 48+15,00



Figura 157 - Estaca 61+5,00



Figura 158 - Estaca 68+0,00



Figura 159 - Estaca 72+15,00



Figura 160 - Estaca 79+10,00



Figura 161 - Estaca 81+0,00



Figura 162 - Estaca 88+10,00



Figura 163 - Estaca 103+15,00



Figura 164 - Estaca 108+0,00



Figura 165 - Estaca 118+0,00



Figura 166 - Estaca 127+15,00



Figura 167 - Estaca 142+0,00



Figura 168 - Estaca 149+15,00



Figura 169 - Estaca 156+10,00



Figura 170 - Estaca 158+10,00

5 ESTUDOS E PROJETOS

Adiante estão apresentados detalhadamente os estudos e projeto desenvolvidos para a elaboração do presente Projeto.

5.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Considerando a IS-203 do DNIT (IPR 726, 2006) como norteador dos estudos hidrológicos, abaixo apresenta-se o relatório para a Bacia do Rio Mangaraí, trecho 1-14.

5.1.1 Fase Preliminar

5.1.1.1 Introdução

As cheias de rios, de uma forma geral, constituem-se em importantes fenômenos naturais, pois provocam destruição de propriedades, benfeitorias, perdas de vidas humanas e danos dos mais variados. No caso de obras como pontes e outras obras hidráulicas, que exigem a intervenção em cursos d'água, é de extrema importância o conhecimento do regime hidrológico da região onde se deseja intervir, de modo a dimensionar as estruturas em conformidade com as condições impostas pelo ambiente.

O ajuste de distribuições estatísticas aos dados de vazão é normalmente utilizado para a previsão de vazões com diferentes períodos de retorno para rios que possuem séries históricas consideráveis de dados; porém, quando se trata de cursos d'água com pouco ou nenhum dado hidrológico, o uso de modelos matemáticos que transformam chuva em vazão tem sido a alternativa preferida por profissionais da área.

Modelos matemáticos são sistemas que visam à simulação da realidade, devendo ser utilizados quando uma situação se apresenta complexa o suficiente para que o estudo, em meio real, se torne inviável (Ford, 1999). O maior benefício do uso de modelos matemáticos para simular sistemas é a facilidade com que se identificam falhas e/ou eventos que possam vir a ocorrer, sendo mais fácil e seguro modificá-los no projeto antes da aplicação deste no meio real (Felício, 2007).

O presente relatório tem como objetivo apresentar a metodologia e os resultados dos estudos hidrológicos executados para dar suporte ao Projeto de Engenharia de Pavimentação e Macrodrenagem das estradas da bacia do Rio Mangaraí, nos municípios de Santa Leopoldina e Santa Teresa.

5.1.1.2 Descrição da área de estudo

Os trechos em estudo estão localizados nos municípios de Santa Teresa e Santa Leopoldina.

A região em estudo está inserida na da Bacia Hidrográfica do Rio Mangaraí.

Nos itens a seguir, são apresentadas informações para a caracterização da área de estudo.

5.1.1.2.1 Caracterização Climática

A área do empreendimento se enquadra em duas zonas climáticas, segundo a classificação climática de Köppen (Figura 171):

Aw: Clima tropical com estação seca ou clima de savana é um clima megatérmico caracterizado por apresentar temperatura mensal média superior a 18 °C, mas pelo menos um dos meses do ano tem precipitação média inferior a 60mm.

Am: clima tropical, megatérmico, com temperatura no mês mais frio do ano maior que 18°C, estação invernal ausente, forte precipitação anual (>1500 mm), clima de monção, precipitação no mês mais seco < 60 mm.

Cfa: clima subtropical, com temperaturas médias anuais nunca superiores a 20°C e temperatura do mês mais frio nunca inferior a 0°C.

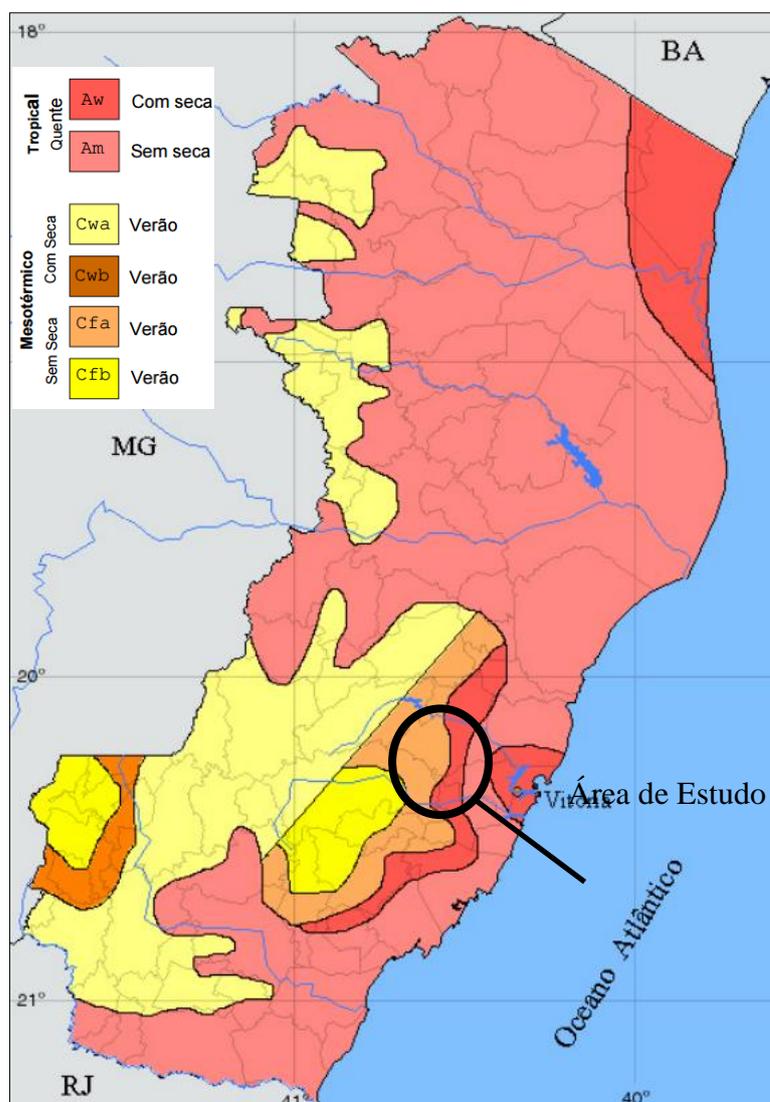
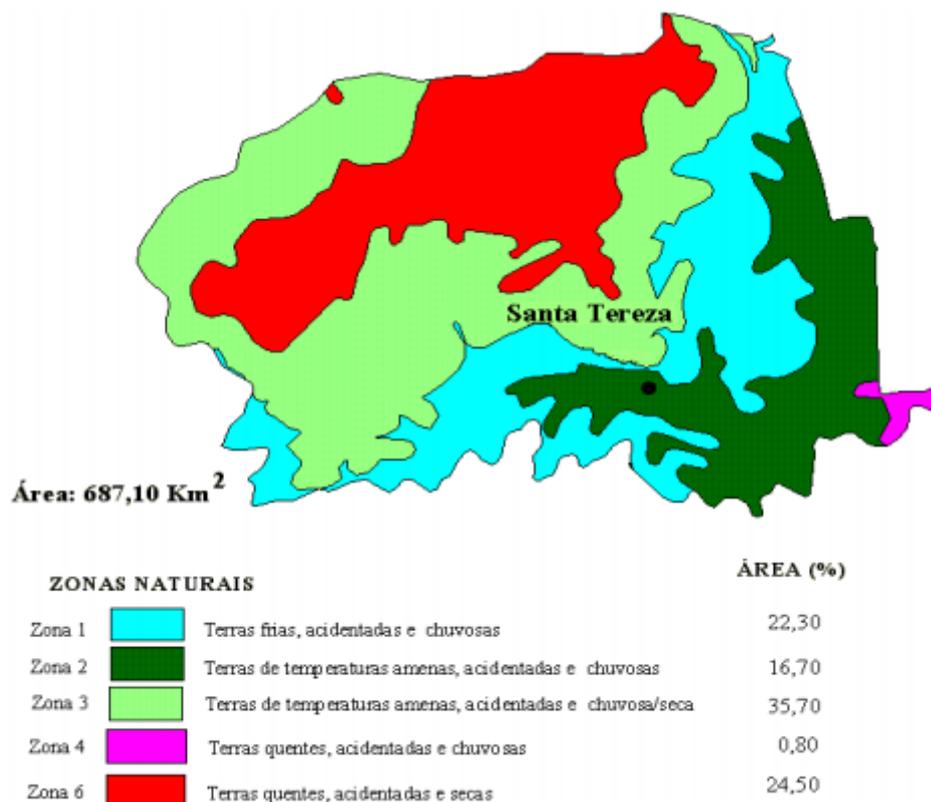


Figura 171 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Köppen. Detalhe em preto.

Segundo EMCAPA/NEPUT (1999), o município de Santa Teresa é abrangido por cinco zonas climáticas (Figura 172): Zona 1 – Terras frias acidentadas e chuvosas, Zona 2 – Terras de temperaturas amenas acidentadas e chuvosas, Zona 3 – Terras de temperaturas amenas,

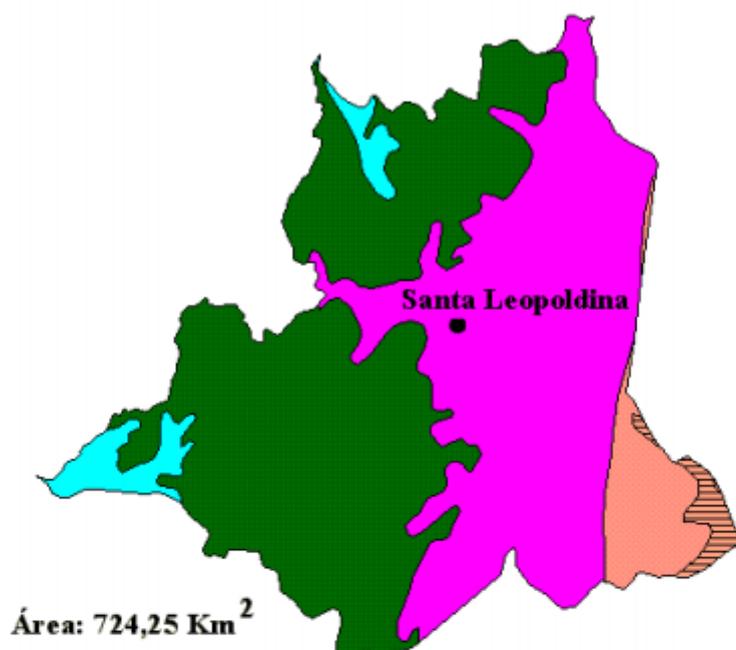
acidentada e chuvosa/seca, Zona 4 – Terras quentes, acidentadas e chuvosas e Zona 6 – Terras quentes, acidentadas e secas, sendo que a zona abrange 35,70% do município. As temperaturas máxima e mínima variam, em média, durante o ano, respectivamente, de 25,3°C a 34,0°C e de 7,3°C a 18,0°C.



| ZONAS | Temperatura | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| | Média mín. mês mais frio (°C) | Média máx. mês mais quente (°C) |
| Zona 1 → Terras frias, acidentadas e chuvosas | 7,3 – 9,4 | 25,3 – 27,8 |
| Zona 2 → Terras de temperaturas amenas acidentadas e chuvosas | 9,4 – 11,8 | 27,8 – 30,7 |
| Zona 3 → Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosa/seca | 9,4 – 11,8 | 27,8 – 30,7 |
| Zona 4 → Terras quentes, acidentadas e chuvosas | 11,8 – 18,0 | 30,7 – 34,0 |
| Zona 6 → Terras quentes, acidentadas e secas. | 11,8 – 18,0 | 30,7 – 34,0 |

Figura 172 – Espacialização das zonas climáticas do município de Santa Teresa-ES e médias das temperatura máximas e mínimas mensais, segundo Emcapa/Neput (1999).

Já o município de Santa Leopoldina é constituído por cinco zonas climáticas (Figura 173): Zona 1 – Terras frias, acidentadas e chuvosas; Zona 2 – Terras de temperaturas amenas acidentadas e chuvosas; Zona 4 – terras quentes, acidentadas e de transição chuvosa/seca, Zona 5 – Terras quentes, planas e transição chuvosa/seca e Zona 6 – Terras quentes, acidentadas e secas; sendo que a zona 2 abrange 47,0% do município. As temperaturas máxima e mínima variam, em média, durante o ano, respectivamente, de 25,3°C a 34,0°C e de 7,3°C a 18,0°C.

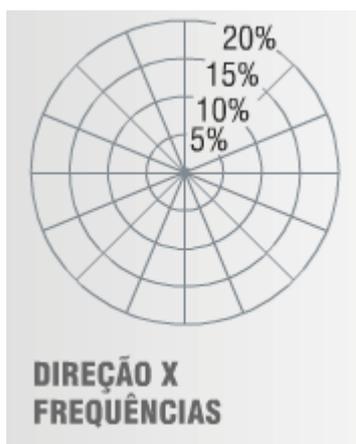


| ZONAS NATURAIS | | ÁREA (%) | |
|----------------|---|---|-------|
| Zona 1 |  | Terras frias, acidentadas e chuvosas | 4,00 |
| Zona 2 |  | Terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas | 47,00 |
| Zona 4 |  | Terras quentes, acidentadas e chuvosas | 41,50 |
| Zona 5 |  | Terras quentes, acidentadas e transição chuvosa/seca | 5,90 |
| Zona 6 |  | Terras quentes, planas e transição chuvosa/seca | 1,60 |

| ZONAS | Temperatura | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| | média min. mês mais frio (°C) | média máx. mês mais quente (°C) |
| Zona 1: Terras Frias, Acidentadas e Chuvosas | 7,3 - 9,4 | 25,3 - 27,8 |
| Zona 2: Terras de Temperaturas Amenas, Acidentadas e Chuvosas | 9,4 - 11,8 | 27,8 - 30,7 |
| Zona 4: Terras Quentes, Acidentadas e Chuvosas | 11,8 - 18,0 | 30,7 - 34,0 |
| Zona 5: Terras Quentes, Acidentadas e Transição Chuvosa/Seca | 11,8 - 18,0 | 30,7 - 34,0 |
| Zona 8: Terras Quentes, Planas e Transição Chuvosa/Seca | 11,8 - 18,0 | 30,7 - 34,0 |

Figura 173 – Espacialização das zonas climáticas do município de Santa Leopoldina e médias das temperatura máximas e mínimas mensais, segundo Emcapa/Neput (1999).

A Figura 174 a e a Figura 175 apresentam, respectivamente, a direção e frequência dos ventos e a direção e velocidade dos ventos na área. Verifica-se que, na área de estudo, prevalecem ventos com sentido Sul. Por outro lado, as maiores velocidades prevalecem no sentido Sul e Noroeste.



Área de estudo



Figura 174 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo. (Fonte: ASPE, 2009).

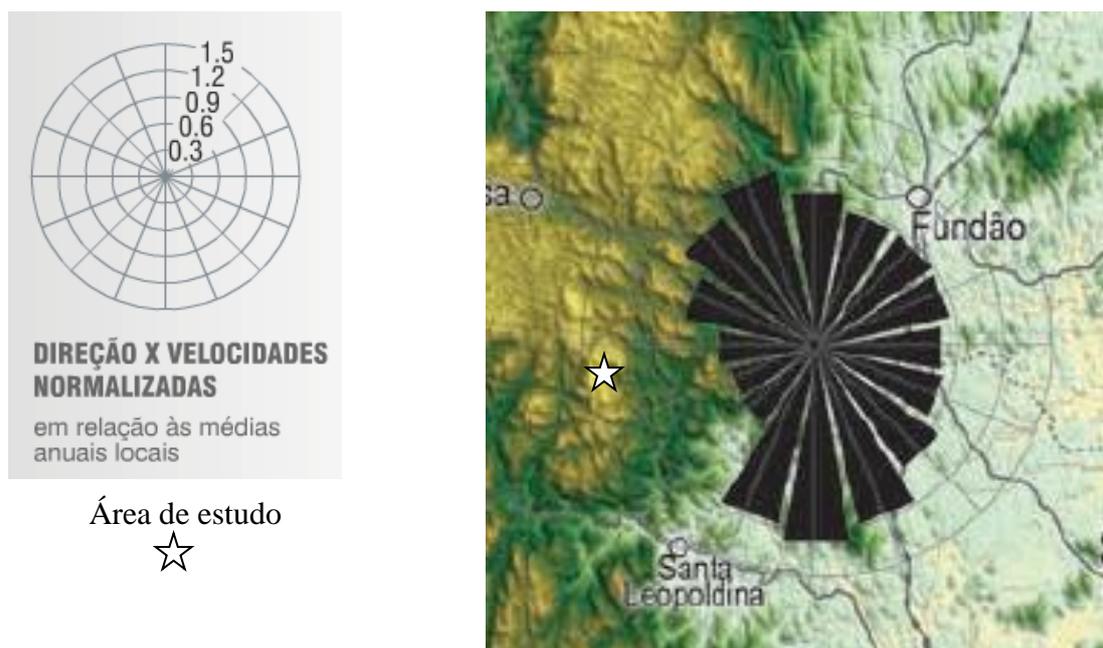


Figura 175 – Velocidade em m/s e direção dos ventos na região de estudo. (Fonte: ASPE, 2009).

5.1.1.3 Pluviometria - Coleta de dados de chuva

A Folha HID-01 do Volume 02 apresenta a localização das estações pluviométricas mais próximas ao empreendimento em estudo.

As estações pluviométricas Duas Boas e Santa Leopoldina, código 2040014 e 2040010, respectivamente, foram as escolhidas para a apropriação da equação intensidade-duração-frequência de chuvas, sendo que para os trechos localizados na bacia do Rio Mangaraí, foram usados os dados da estação Duas Bocas, devido a sua proximidade com os trechos. Ambas as estações possuem um grande número de anos com dados, estão funcionando até os dias atuais e se localizam em uma posição estratégica em relação à região em estudo.

Os valores diários de chuva medidos nas estações foram obtidos no sítio oficial da Agência Nacional de Água (www.ana.gov.br). A metodologia de cálculo está apresentada em Soprani e Reis (2007) e resumida a seguir.

- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;
- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço, foram

consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;

- Análise de regressão correlacionando duração, frequência e intensidade.

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam as precipitações diárias máximas anuais medidas nas estações Duas Bocas e Santa Leopoldina entre os anos 1970 e 2015 e 1948 e 2015, respectivamente. Estas estações apresentam dados consistidos até o ano de 2005 e dados não consistidos até o ano de 2015.

Tabela 1 - Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Duas Bocas entre os anos 1952 e 2017.

| Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|
| 1952 | - | 1974 | - | 1996 | 50,00 |
| 1953 | 60,30 | 1975 | 74,00 | 1997 | 100,00 |
| 1954 | 50,80 | 1976 | - | 1998 | 63,00 |
| 1955 | 90,30 | 1977 | 100,00 | 1999 | 110,40 |
| 1956 | 114,00 | 1978 | 154,30 | 2000 | 45,80 |
| 1957 | 105,20 | 1979 | 122,10 | 2001 | 91,00 |
| 1958 | 101,40 | 1980 | 106,30 | 2002 | 87,40 |
| 1959 | 117,50 | 1981 | 74,20 | 2003 | 64,60 |
| 1960 | 231,50 | 1982 | 102,10 | 2004 | 117,20 |
| 1961 | 106,20 | 1983 | 141,10 | 2005 | 153,70 |
| 1962 | 183,30 | 1984 | 148,00 | 2006 | 104,00 |
| 1963 | 40,00 | 1985 | 121,40 | 2007 | 84,70 |
| 1964 | 69,80 | 1986 | 94,00 | 2008 | 92,40 |
| 1965 | - | 1987 | 127,30 | 2009 | 142,00 |
| 1966 | - | 1988 | 100,00 | 2010 | 206,70 |
| 1967 | - | 1989 | - | 2011 | 187,50 |
| 1968 | - | 1990 | 79,00 | 2012 | 123,20 |
| 1969 | - | 1991 | 50,00 | 2013 | 130,50 |
| 1970 | - | 1992 | 32,00 | 2014 | 74,70 |
| 1971 | - | 1993 | 44,00 | 2015 | 66,70 |
| 1972 | 55,60 | 1994 | 98,00 | 2016 | 65,20 |
| 1973 | 87,40 | 1995 | 50,00 | 2017 | - |

Tabela 2- Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Santa Leopoldina entre os anos 1948 e 2017.

| Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|
| 1950 | - | 1973 | 75,40 | 1996 | - |
| 1951 | - | 1974 | 87,00 | 1997 | 98,60 |
| 1952 | - | 1975 | 83,40 | 1998 | 78,00 |
| 1953 | 99,10 | 1976 | 60,40 | 1999 | 84,40 |
| 1954 | 61,10 | 1977 | 84,80 | 2000 | 98,40 |
| 1955 | 93,20 | 1978 | - | 2001 | 86,40 |
| 1956 | 88,80 | 1979 | 98,20 | 2002 | 42,40 |
| 1957 | 97,20 | 1980 | 70,20 | 2003 | 63,40 |
| 1958 | 71,20 | 1981 | 110,20 | 2004 | 108,40 |
| 1959 | 145,60 | 1982 | 92,60 | 2005 | 176,80 |
| 1960 | 209,00 | 1983 | 112,80 | 2006 | 74,40 |
| 1961 | 96,80 | 1984 | 99,00 | 2007 | 84,60 |
| 1962 | 62,80 | 1985 | 70,20 | 2008 | 94,80 |
| 1963 | 92,20 | 1986 | 76,40 | 2009 | 143,60 |
| 1964 | 83,00 | 1987 | - | 2010 | 104,40 |
| 1965 | - | 1988 | 36,40 | 2011 | 133,60 |

| Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) | Ano | Precipitação máxima (mm) |
|------|--------------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|
| 1966 | - | 1989 | - | 2012 | - |
| 1967 | - | 1990 | - | 2013 | 155,10 |
| 1968 | 145,20 | 1991 | 64,80 | 2014 | 66,50 |
| 1969 | 90,00 | 1992 | 86,00 | 2015 | 69,20 |
| 1970 | 122,60 | 1993 | - | 2016 | 76,10 |
| 1971 | 65,60 | 1994 | - | 2017 | 124,50 |
| 1972 | 103,00 | 1995 | - | | |

5.1.1.4 *Fluviometria*

5.1.1.4.1 **Introdução**

As bacias em estudo estão localizadas na região das Bacias Hidrográficas do Rio Mangaraí e parte na Bacia do Rio Santa Maria. Conforme pode ser visualizado na Folha HID-02, as estações fluviométricas mais próximas à área de estudo: UHE Suíça – Jusante (57120080), Santa Leopoldina (57131000), Santa Leopoldina (57130000), Garganta do Funil (57125000) e Valsugana Velha Montante (570400008), as quais possuíam dados inconsistentes ou com falhas consideráveis nos dados, de forma que não foi considerada adequada a sua utilização para o cálculo das vazões para o presente estudo.

5.1.1.4.2 **Rede Hidrográfica**

Considerando todos os trechos que serão pavimentados foram contabilizadas 174 bacias elaboradas para as intercepções de cursos d'água e/ou talvegues. A delimitação das sub-bacias partiu da estaca 0 de cada trecho isolado, sendo que a partir deste ponto iniciou-se a contagem de intercepções.

As folhas HID-03 a HID-15 apresentam as macrobacias delimitadas para os trechos 1-14, bem como apresenta a rede hidrográfica da área em estudo, com exceção do trecho 9, onde não houve intercepção de curso d'água.

5.1.2 Fase Definitiva

Neste item, estão apresentados o processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos, assim como os resultados dos mesmos.

5.1.2.1 Processamento de dados pluviométricos

5.1.2.1.1 Equação de Chuvas Intensas

Para o desenvolvimento do estudo de chuvas, foram elaboradas as equações de chuvas intensas para os municípios de Manténópolis e de Barra do São Francisco. Esta equação é, normalmente, apresentada da seguinte forma:

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_o)^n} \quad \text{Equação 1}$$

onde,

i representa a intensidade máxima média; t é a duração da chuva, T é o seu tempo de retorno, k , m , t_o e n são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva de uma determinada estação pluviográfica.

Uma vez determinados estes parâmetros por análise de regressão, estabelece-se a equação que representa a relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada.

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método Chow-Gumbel tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência válida para a região de influência da estação pluviométrica estudada.

A Tabela 3 e a Tabela 4 apresentam as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno, resultado do ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, respectivamente, para as estações de Duas Bocas e Santa Leopoldina.

A Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam as intensidades pluviométricas associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, estimadas para a estação pluviométrica de Manténópolis e de Barra de São Francisco, respectivamente.

Tabela 3 - Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica de Duas Bocas.

| Período de retorno (anos) | Precipitação máxima anual (mm) |
|---------------------------|--------------------------------|
| 2 | 93,10 |
| 5 | 133,92 |
| 10 | 160,94 |
| 25 | 195,08 |
| 50 | 220,41 |
| 75 | 235,14 |
| 100 | 245,56 |

Tabela 4- Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica de Santa Leopoldina.

| Período de retorno (anos) | Precipitação máxima anual (mm) |
|---------------------------|--------------------------------|
| 2 | 89,23 |
| 5 | 119,84 |
| 10 | 140,11 |
| 25 | 165,72 |
| 50 | 184,72 |
| 75 | 195,76 |
| 100 | 203,58 |

Tabela 5- Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Duas Bocas, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

| Duração | Período de retorno (anos) | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 1.000 | 10.000 |
| 24h | 106,14 | 152,67 | 183,47 | 222,40 | 251,27 | 268,06 | 279,94 | 374,64 | 469,19 |
| 12h | 90,22 | 129,77 | 155,95 | 189,04 | 213,58 | 227,85 | 237,94 | 318,45 | 398,81 |
| 10h | 87,03 | 125,19 | 150,45 | 182,37 | 206,04 | 219,81 | 229,55 | 307,21 | 384,73 |
| 8h | 82,79 | 119,08 | 143,11 | 173,47 | 195,99 | 209,08 | 218,35 | 292,22 | 365,97 |
| 6h | 76,42 | 109,92 | 132,10 | 160,13 | 180,92 | 193,00 | 201,55 | 269,74 | 337,82 |
| 1h | 44,58 | 64,12 | 77,06 | 93,41 | 105,53 | 112,58 | 117,57 | 157,35 | 197,06 |
| 30 min | 32,99 | 47,45 | 57,02 | 69,12 | 78,10 | 83,31 | 87,00 | 116,44 | 145,82 |
| 25 min | 30,02 | 43,18 | 51,89 | 62,90 | 71,07 | 75,81 | 79,17 | 105,96 | 132,70 |
| 20 min | 26,72 | 38,43 | 46,19 | 55,99 | 63,26 | 67,48 | 70,47 | 94,32 | 118,12 |
| 15 min | 23,09 | 33,21 | 39,92 | 48,38 | 54,67 | 58,32 | 60,90 | 81,51 | 102,08 |
| 10 min | 17,81 | 25,62 | 30,79 | 37,33 | 42,17 | 44,99 | 46,98 | 62,88 | 78,74 |
| 5 min | 11,22 | 16,13 | 19,39 | 23,50 | 26,55 | 28,33 | 29,58 | 39,59 | 49,58 |

Tabela 6 - Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Santa Leopoldina, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

| Duração | Período de retorno (anos) | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 100 | 1.000 | 10.000 |
| 24h | 101,72 | 136,62 | 159,73 | 188,92 | 210,58 | 223,17 | 232,08 | 303,12 | 374,04 |
| 12h | 86,46 | 116,13 | 135,77 | 160,58 | 178,99 | 189,69 | 197,27 | 257,65 | 317,93 |
| 10h | 83,41 | 112,03 | 130,97 | 154,92 | 172,68 | 183,00 | 190,31 | 248,56 | 306,71 |
| 8h | 79,34 | 106,56 | 124,59 | 147,36 | 164,25 | 174,07 | 181,02 | 236,43 | 291,75 |
| 6h | 73,24 | 98,36 | 115,00 | 136,02 | 151,62 | 160,68 | 167,10 | 218,25 | 269,31 |
| 1h | 42,72 | 57,38 | 67,08 | 79,35 | 88,44 | 93,73 | 97,47 | 127,31 | 157,09 |
| 30 min | 31,61 | 42,46 | 49,64 | 58,72 | 65,45 | 69,36 | 72,13 | 94,21 | 116,25 |
| 25 min | 28,77 | 38,64 | 45,17 | 53,43 | 59,56 | 63,12 | 65,64 | 85,73 | 105,79 |
| 20 min | 25,61 | 34,39 | 40,21 | 47,56 | 53,01 | 56,18 | 58,43 | 76,31 | 94,16 |
| 15 min | 22,13 | 29,72 | 34,75 | 41,10 | 45,81 | 48,55 | 50,49 | 65,95 | 81,38 |
| 10 min | 17,07 | 22,93 | 26,81 | 31,71 | 35,34 | 37,46 | 38,95 | 50,87 | 62,78 |
| 5 min | 10,75 | 14,44 | 16,88 | 19,96 | 22,25 | 23,58 | 24,52 | 32,03 | 39,53 |

A Figura 176 e Figura 177 apresentam as curvas de altura-duração-frequência e a Figura 178 e intensidade x duração para diferentes períodos de retorno para as estações pluviométricas de Mantênópolis e Barra de São Francisco.

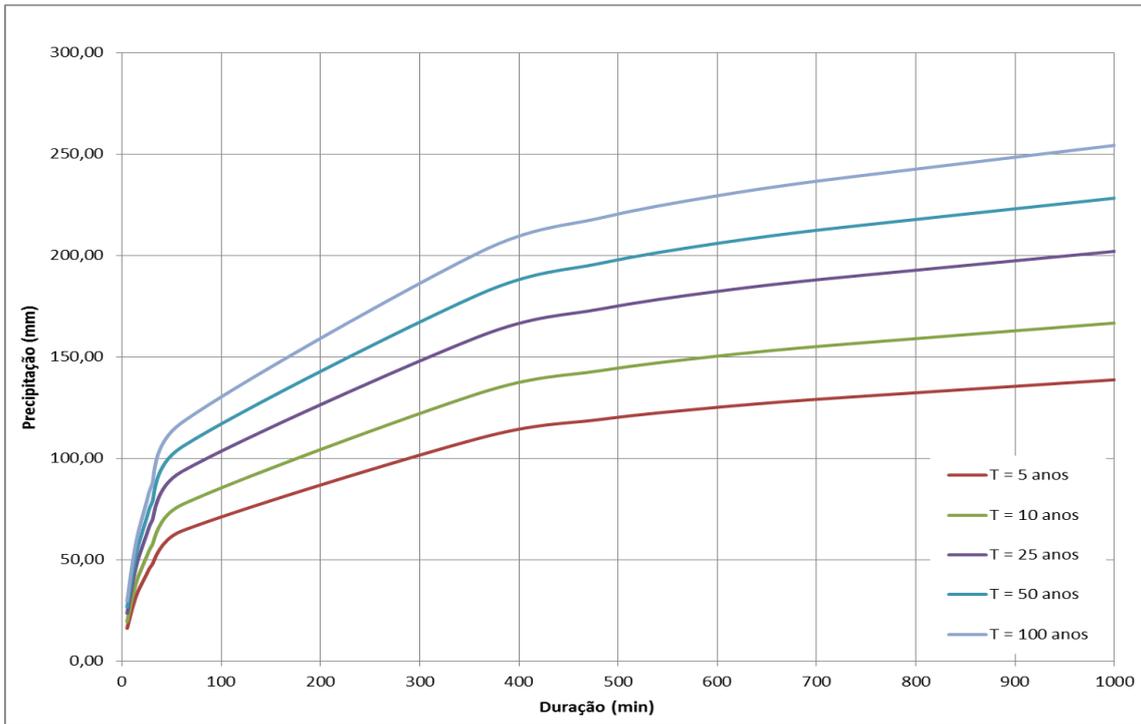


Figura 176 – Curvas altura-duração-frequência de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Duas Bocas.

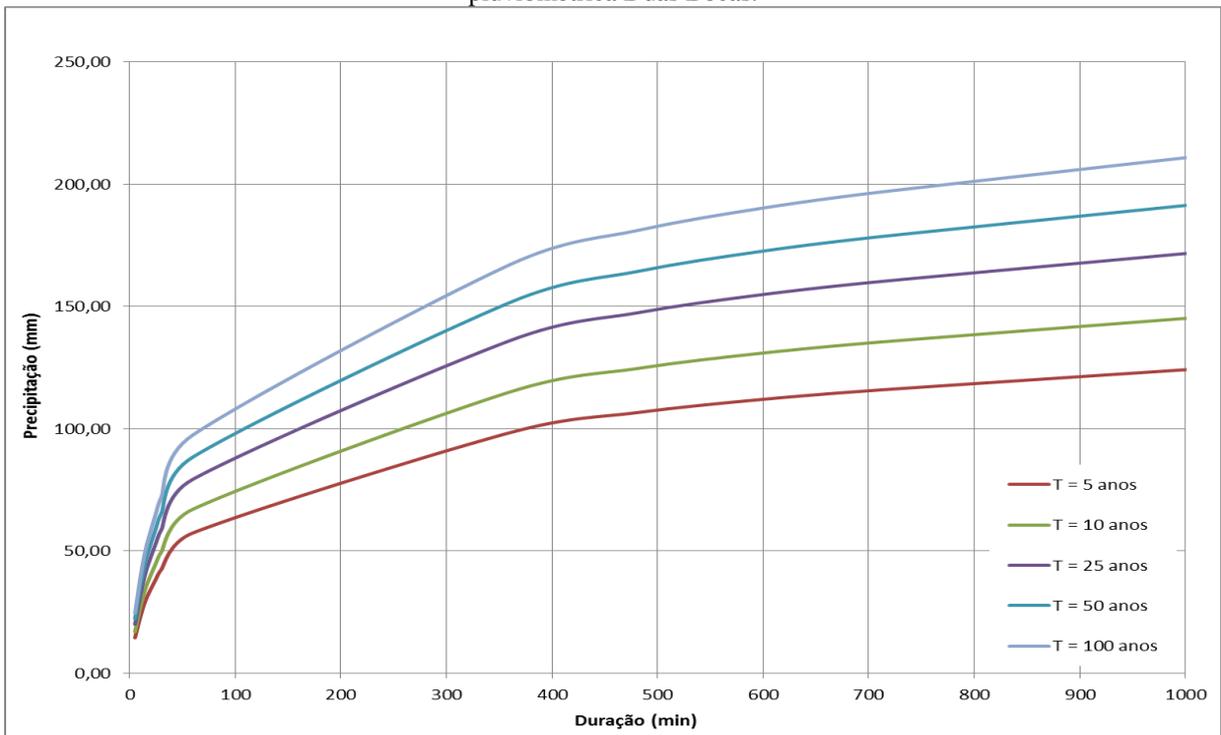


Figura 177: Curvas altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Barra de São Francisco.

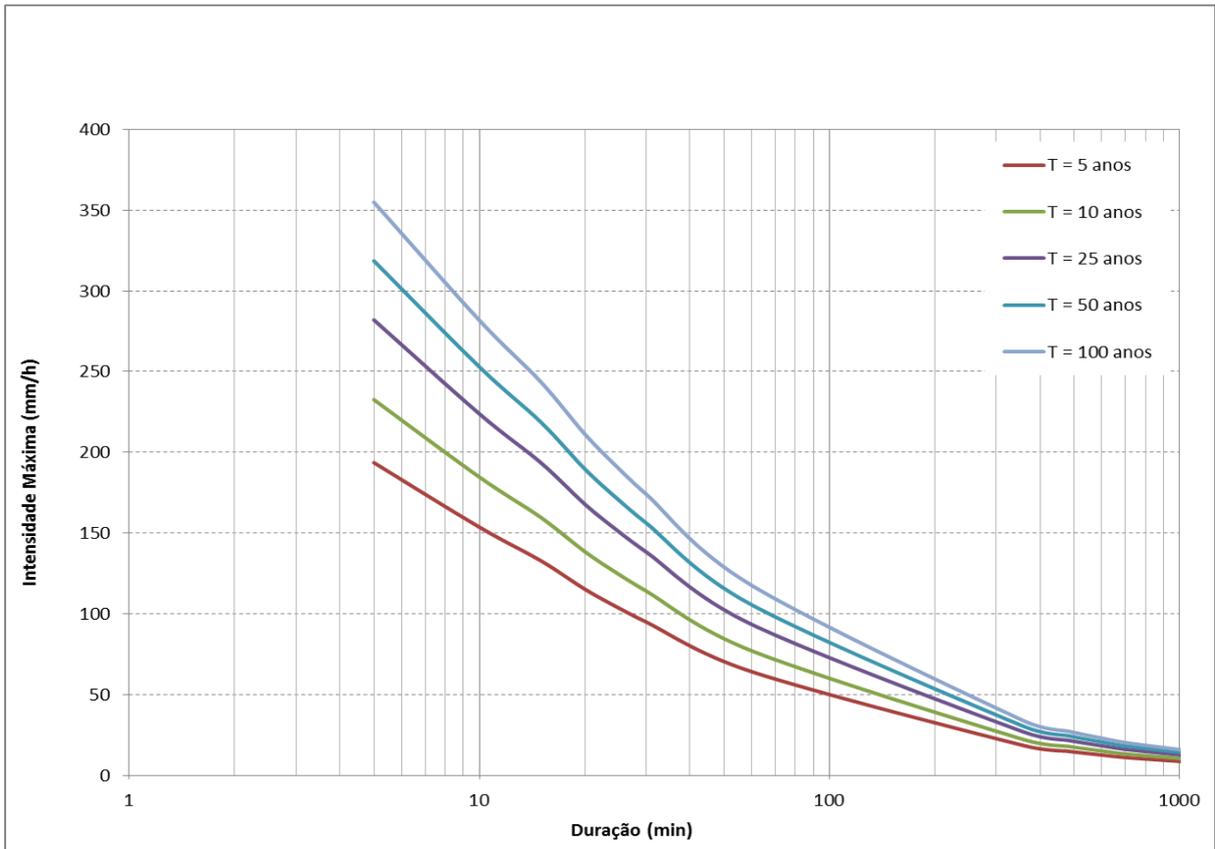


Figura 178 – Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Duas Bocas.

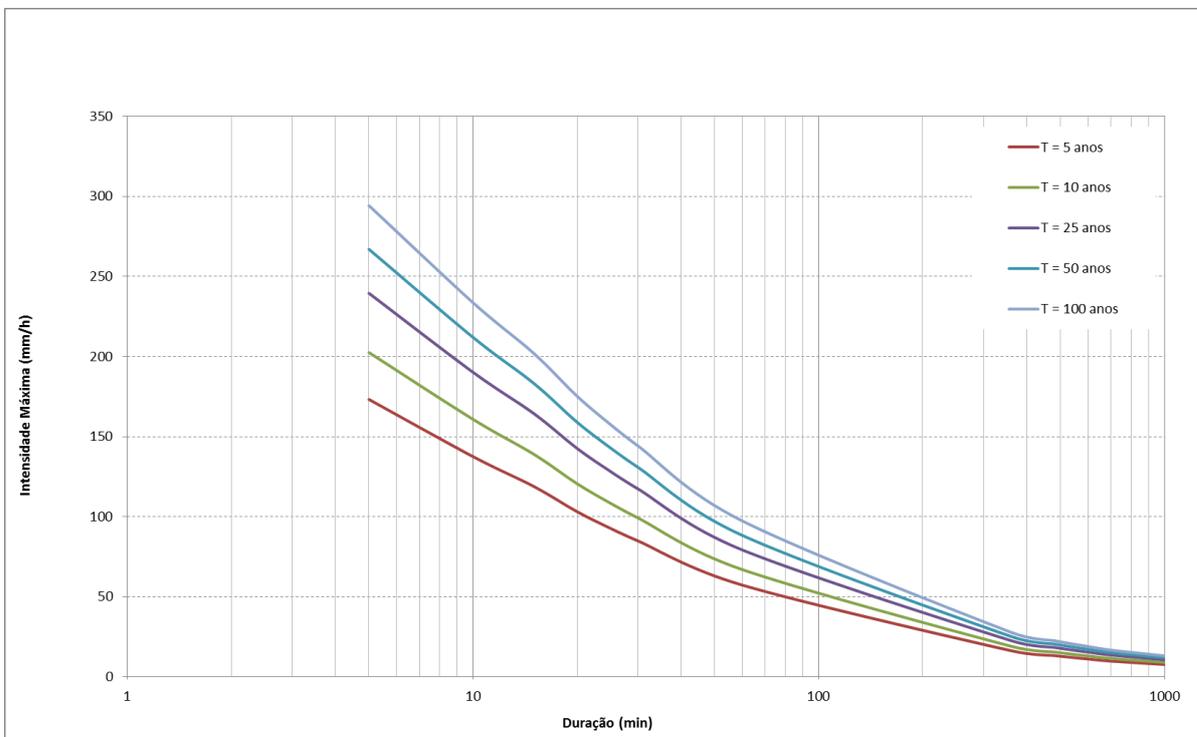


Figura 179 - Curvas intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Santa Leopoldina.

A **Equação 2** apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para os trechos inseridos na bacia do Rio Mangaraí com base nos dados da estação pluviométrica Duas Bocas.

$$i = \frac{20,154 \cdot T^{0,1643}}{(t + 11)^{0,751}} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

i = intensidade da chuva em mm/min

T = Tempo de retorno, em anos

t = Tempo de duração, em minutos.

Para o trecho 15, é apresentada a seguir a **Equação 3**, intensidade-duração-frequência das chuvas com base nos dados da estação pluviométrica Santa Leopoldina.

$$i = \frac{18,548 \cdot T^{0,1454}}{(t + 11)^{0,751}} \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

i = intensidade da chuva em mm/min

T = Tempo de retorno, em anos

t = Tempo de duração, em minutos.

5.1.2.1.2 Histograma de distribuição de precipitações

A Figura 180 apresenta as médias mensais de precipitação e a média de dias chuvosos no período de 1952 a 2017 na estação pluviométrica de Duas Bocas (código 02040014). Verifica-se que o trimestre mais chuvoso ocorre entre outubro e dezembro, sendo que, dentre estes, o mês de dezembro foi o que apresentou a maior média. O período seco se estende de junho a agosto, sendo o mês de agosto o menos chuvoso do ano. Para a estação pluviométrica de Santa Leopoldina (código 2040010 – Figura 181), observa-se que o trimestre mais chuvoso ocorre entre novembro e janeiro, sendo que, dentre estes, o mês de dezembro foi o que apresentou a maior média pluviométrica. O período seco também se estende de junho a agosto, sendo o mês de julho o menos chuvoso do ano.

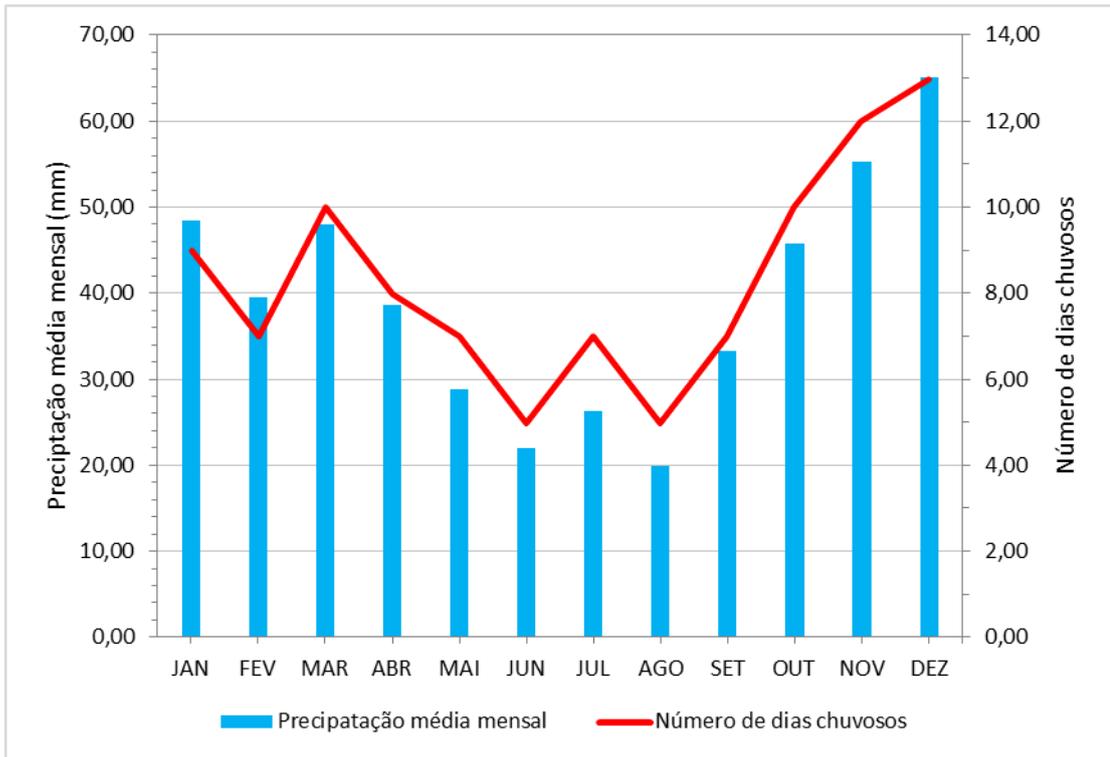


Figura 180 – Média Mensal da Precipitação e de Dias Chuvosos no período de 1952 a 2017 na estação pluviométrica Duas Bocas (2040014).

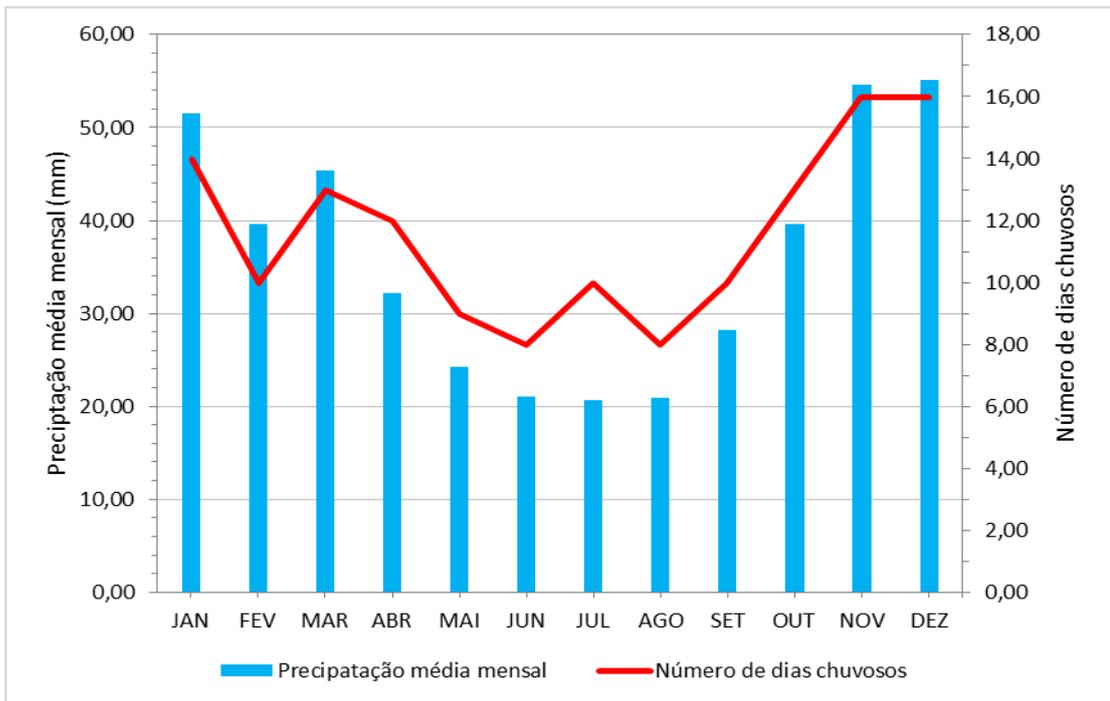


Figura 181– Média Mensal da Precipitação e de Dias Chuvosos no período de 1950 a 2017 na estação pluviométrica Santa Leopoldina (2040010).

A Figura 182 e Figura 183 apresentam a precipitação máxima mensal em 24 horas nas estações pluviométrica de Duas Bocas no período de 1952 a 2017 e de Santa Leopoldina no período de 1952 a 2017. Verifica-se na estação Duas Bocas que em todos os meses do ano já ocorreram precipitações maiores que 50 mm em 24 horas, inclusive no período seco do ano. Já na estação

Santa Leopoldina, com exceção do mês de agosto, em todos os meses do ano já ocorreram precipitações maiores que 100 mm em 24 horas

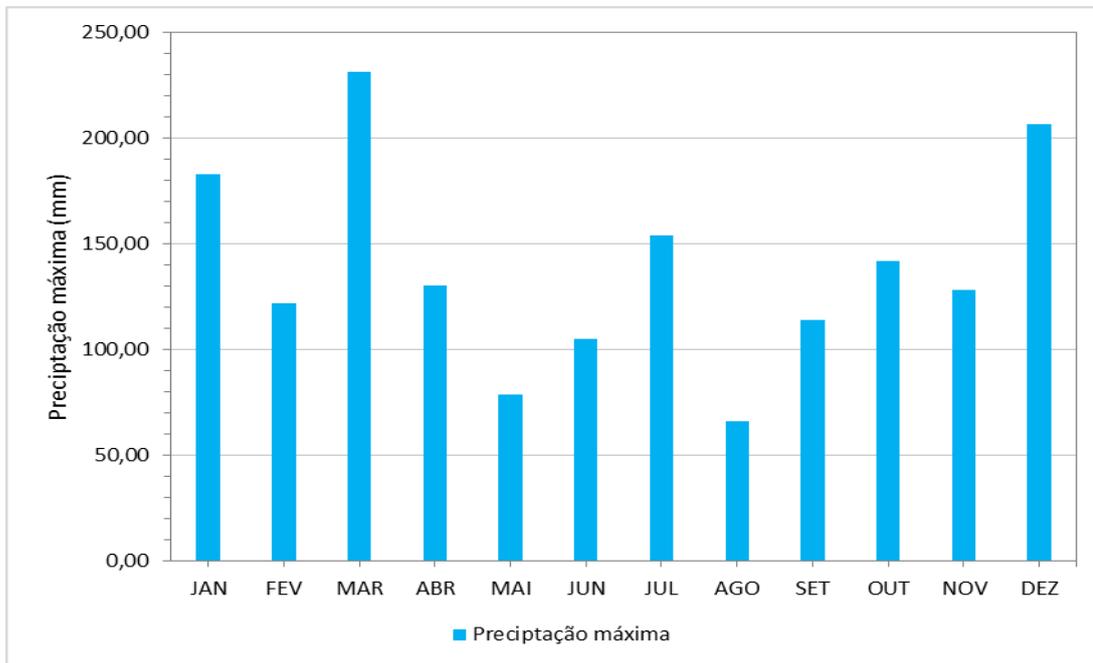


Figura 182 – Precipitação Máxima Mensal do período de 1952 a 2017 na estação pluviométrica Duas Bocas.

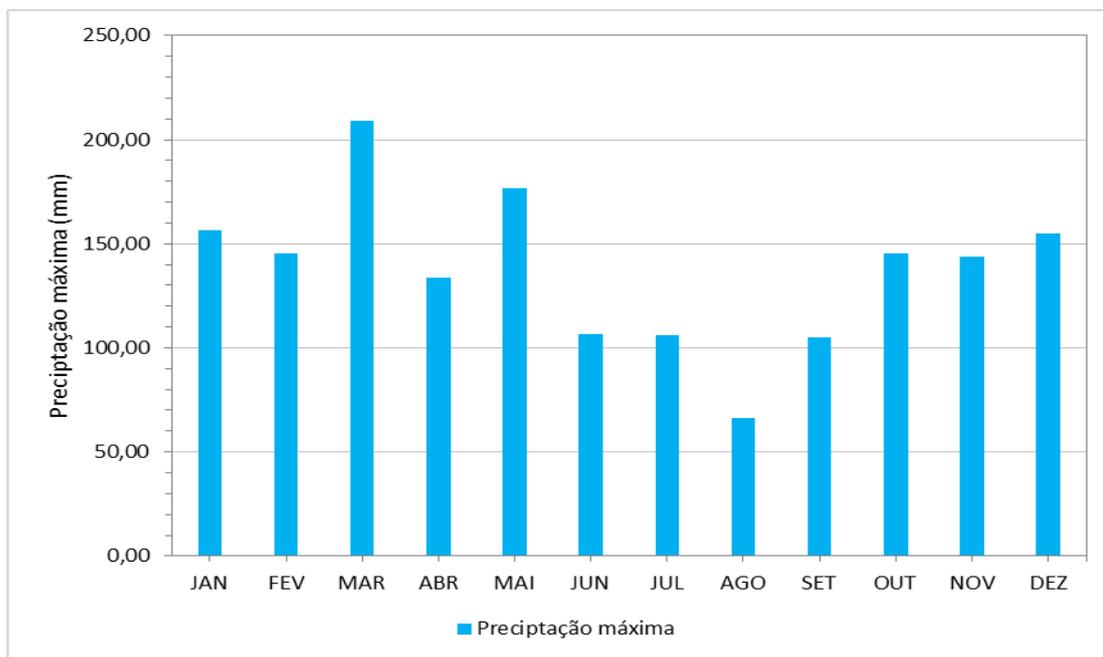


Figura 183– Precipitação Máxima Mensal do período de 1950 a 2017 na estação pluviométrica Santa Leopoldina.

A Figura 184 a e Figura 185 apresentam a precipitação total anual nas estações pluviométricas de Duas Bocas (código 2040014) e de Santa Leopoldina (código 2040010), no período de 1952 a 2017 e de 1950 a 2017, respectivamente. A precipitação média anual para o período foi de 1521,41 mm, para a estação Duas Bocas, e de 1514,99 mm para a estação Santa Leopoldina.

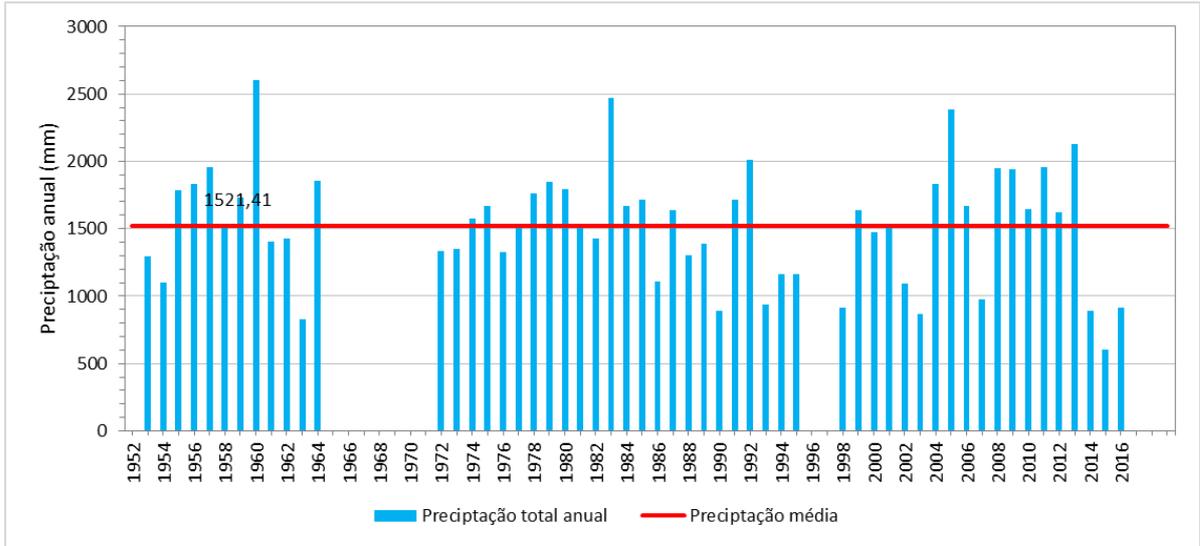


Figura 184 – Precipitação Total Anual do período de 1970 a 2015 na estação pluviométrica Duas Bocas

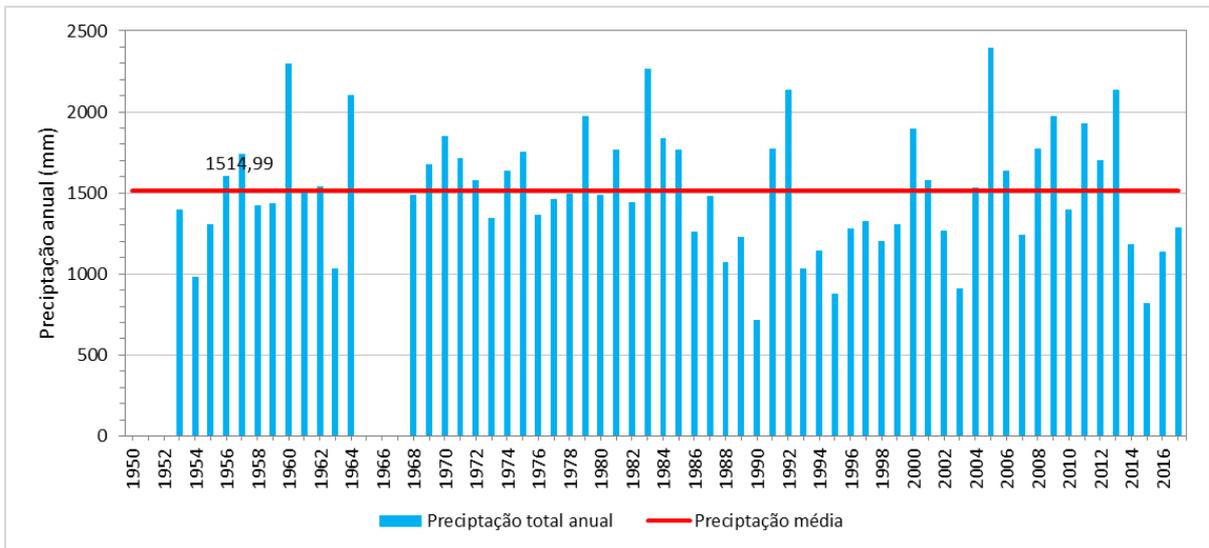


Figura 185– Precipitação Total Anual do período de 1948 a 2015 na estação pluviométrica Santa Leopoldina.

5.1.2.2 Processamento de dados fluviométricos

Utilizando-se sistema de informação geográfica, foram definidos os principais dados morfométricos das sub-bacias que compõem a área em estudo, os quais estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Principais características morfométricas das sub-bacias interceptadas pela rodovia.

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| Trecho 01 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 19+0 | 0,28 | 0,71 | 115 | 16,20 |
| 2 | Mangaraí | 24+2 | 2,02 | 2,48 | 162 | 6,53 |
| 3 | Mangaraí | 30+7 | 0,07 | 0,30 | 95 | 31,67 |
| 4 | Mangaraí | 58+4 | 1,14 | 2,05 | 159 | 7,76 |
| 5 | Mangaraí | 62+10 | 0,12 | 0,49 | 86 | 17,55 |
| 6 | Mangaraí | 69+0 | 0,02 | 0,17 | 36 | 21,18 |
| 7 | Mangaraí | 90+0 | 0,08 | 0,39 | 62 | 15,90 |
| 8 | Mangaraí | 96+13 | 0,81 | 1,30 | 73 | 5,62 |
| Trecho 02 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 44+0 | 0,18 | 0,55 | 124 | 22,55 |
| 2 | Mangaraí | 48+12 | 0,27 | 0,79 | 199 | 25,19 |
| 3 | Mangaraí | 85+0 | 8,10 | 3,14 | 199 | 6,34 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 4 | Mangaraí | 102+14 | 8,27 | 3,51 | 201 | 5,73 |
| 5 | Mangaraí | 185+0 | 36,62 | 13,25 | 343 | 2,59 |
| 6 | Mangaraí | 247+10 | 3,03 | 3,79 | 224 | 5,91 |
| 7 | Mangaraí | 279+5 | 2,77 | 3,22 | 202 | 6,27 |
| 8 | Mangaraí | 308+13 | 0,23 | 0,34 | 20 | 5,88 |
| 9 | Mangaraí | 331+6 | 2,99 | 3,55 | 173 | 4,87 |
| 10 | Mangaraí | 357+9 | 0,01 | 0,14 | 5 | 3,57 |
| Trecho 03 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 56+10 | 2,18 | 2,77 | 195 | 7,04 |
| 2 | Mangaraí | 99+0 | 0,20 | 0,67 | 177 | 26,42 |
| 3 | Mangaraí | 139+15 | 0,07 | 0,27 | 26 | 9,63 |
| Trecho 04 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 35+0 | 0,04 | 0,23 | 107 | 46,52 |
| 2 | Mangaraí | 54+12 | 0,03 | 0,22 | 138 | 62,73 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|----|----------|--------|------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 3 | Mangaraí | 69+8 | 0,02 | 0,22 | 82 | 37,27 |
| 4 | Mangaraí | 81+9 | 0,08 | 0,46 | 188 | 40,87 |
| 5 | Mangaraí | 99+10 | 0,08 | 0,47 | 201 | 42,77 |
| 6 | Mangaraí | 132+10 | 30,55 | 7,97 | 347 | 4,35 |
| 7 | Mangaraí | 142+0 | 0,06 | 0,36 | 79 | 21,94 |
| 8 | Mangaraí | 145+7 | 0,20 | 0,65 | 188 | 28,92 |
| 9 | Mangaraí | 150+0 | 0,06 | 0,34 | 103 | 30,29 |
| 10 | Mangaraí | 176+15 | 0,44 | 1,09 | 342 | 31,38 |
| 11 | Mangaraí | 204+10 | 0,04 | 0,26 | 98 | 37,69 |
| 12 | Mangaraí | 209+0 | 1,31 | 1,41 | 328 | 23,26 |
| 13 | Mangaraí | 230+13 | 0,13 | 0,44 | 98 | 22,27 |
| 14 | Mangaraí | 233+8 | 0,01 | 0,12 | 1 | 0,83 |
| 15 | Mangaraí | 263+7 | 0,03 | 0,18 | 37 | 20,56 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 16 | Mangaraí | 270+11 | 0,69 | 1,08 | 204 | 18,89 |
| 17 | Mangaraí | 319+10 | 0,15 | 0,46 | 82 | 17,83 |
| 18 | Mangaraí | 340+15 | 0,03 | 0,29 | 69 | 23,79 |
| 19 | Mangaraí | 389+6 | 0,01 | 0,10 | 16 | 16,00 |
| 20 | Mangaraí | 401+4 | 0,45 | 1,22 | 184 | 15,08 |
| Trecho 05 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 43+10 | 0,50 | 1,17 | 186 | 15,90 |
| 2 | Mangaraí | 74+5 | 0,04 | 0,21 | 70 | 33,33 |
| 3 | Mangaraí | 109+10 | 0,13 | 0,41 | 151 | 36,83 |
| 4 | Mangaraí | 123+5 | 34,19 | 10,22 | 352 | 3,44 |
| Trecho 06 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 7+10 | 0,01 | 0,14 | 10 | 7,14 |
| 2 | Mangaraí | 12+0 | 0,44 | 1,17 | 367 | 31,37 |
| 3 | Mangaraí | 16+15 | 0,25 | 0,83 | 6 | 0,72 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 4 | Mangaraí | 50+5 | 0,65 | 1,24 | 224 | 18,06 |
| 5 | Mangaraí | 65+15 | 0,02 | 0,20 | 44 | 22,00 |
| 6 | Mangaraí | 86+10 | 0,18 | 0,81 | 224 | 27,65 |
| 7 | Mangaraí | 98+0 | 0,05 | 0,31 | 103 | 33,23 |
| 8 | Mangaraí | 110+15 | 0,36 | 1,01 | 181 | 17,92 |
| 9 | Mangaraí | 129+10 | 0,08 | 0,36 | 127 | 35,28 |
| 10 | Mangaraí | 143+0 | 0,05 | 0,28 | 80 | 28,57 |
| 11 | Mangaraí | 168+0 | 0,15 | 0,52 | 120 | 23,08 |
| 12 | Mangaraí | 179+10 | 1,95 | 2,21 | 80 | 3,62 |
| Trecho 07 | | | | | | |
| 2 | Mangaraí | 19+10 | 0,02 | 0,15 | 25 | 16,67 |
| 3 | Mangaraí | 24+15 | 6,14 | 6,36 | 240 | 3,77 |
| 4 | Mangaraí | 39+10 | 1,56 | 2,78 | 233 | 8,38 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|----|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 5 | Mangaraí | 42+10 | 0,04 | 0,33 | 147 | 44,55 |
| 6 | Mangaraí | 50+7 | 0,04 | 0,29 | 176 | 60,69 |
| 7 | Mangaraí | 55+10 | 8,54 | 7,65 | 289 | 3,78 |
| 8 | Mangaraí | 79+5 | 0,02 | 0,18 | 5 | 2,78 |
| 9 | Mangaraí | 86+0 | 0,13 | 0,53 | 100 | 18,87 |
| 10 | Mangaraí | 93+15 | 0,05 | 0,31 | 103 | 33,23 |
| 11 | Mangaraí | 110+15 | 0,17 | 0,53 | 185 | 34,91 |
| 12 | Mangaraí | 117+0 | 0,05 | 0,32 | 65 | 20,31 |
| 13 | Mangaraí | 124+15 | 9,96 | 9,18 | 345 | 3,76 |
| 14 | Mangaraí | 127+15 | 0,19 | 0,66 | 262 | 39,70 |
| 15 | Mangaraí | 140+0 | 10,32 | 9,51 | 357 | 3,75 |
| 16 | Mangaraí | 150+15 | 0,08 | 0,44 | 159 | 36,14 |
| 17 | Mangaraí | 157+5 | 0,06 | 0,46 | 134 | 29,13 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 18 | Mangaraí | 203+10 | 0,48 | 1,48 | 203 | 13,72 |
| 19 | Mangaraí | 213+15 | 0,05 | 0,40 | 121 | 30,25 |
| 20 | Mangaraí | 234+15 | 0,05 | 0,23 | 95 | 41,30 |
| 21 | Mangaraí | 241+10 | 0,05 | 0,47 | 196 | 41,70 |
| 22 | Mangaraí | 243+10 | 0,04 | 0,40 | 220 | 55,00 |
| 23 | Mangaraí | 259+10 | 0,05 | 0,44 | 211 | 47,95 |
| 24 | Mangaraí | 270+10 | 1,93 | 3,06 | 408 | 13,33 |
| 25 | Mangaraí | FINAL | 2,59 | 3,49 | 443 | 12,69 |
| 26 | Mangaraí | 163+2 | 1,22 | 2,54 | 375 | 14,76 |
| Trecho 08 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 163+12 | 10,55 | 9,81 | 361 | 3,68 |
| Trecho 10 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 65+15 | 0,29 | 0,75 | 208 | 27,73 |
| 2 | Mangaraí | 80+9 | 0,41 | 1,11 | 255 | 22,97 |
| 3 | Mangaraí | 88+15 | 0,46 | 1,25 | 271 | 21,68 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 4 | Mangaraí | 92+10 | 0,51 | 1,36 | 284 | 20,88 |
| 5 | Mangaraí | 122+0 | 49,24 | 15,76 | 553 | 3,51 |
| Trecho 11 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | -30+0 | 1,26 | 0,88 | 143 | 16,25 |
| 2 | Mangaraí | 19+5 | 0,19 | 0,43 | 125 | 29,07 |
| 3 | Mangaraí | 91+5 | 0,20 | 0,83 | 183 | 22,05 |
| 4 | Mangaraí | 105+0 | 17,40 | 14,49 | 583 | 4,02 |
| Trecho 12 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 4+10 | 59,40 | 15,62 | 365 | 2,34 |
| 2 | Mangaraí | 22+0 | 0,01 | 0,12 | 33 | 27,50 |
| 3 | Mangaraí | 29+10 | 0,01 | 0,10 | 32 | 32,00 |
| 4 | Mangaraí | 55+15 | 1,64 | 1,92 | 289 | 15,05 |
| 5 | Mangaraí | 60+10 | 2,56 | 3,56 | 479 | 13,46 |
| 6 | Mangaraí | 72+5 | 0,19 | 0,17 | 201 | 118,24 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 7 | Mangaraí | 95+0 | 0,05 | 0,32 | 32 | 10,00 |
| 8 | Mangaraí | 97+17 | 0,07 | 0,54 | 212 | 39,26 |
| 9 | Mangaraí | 100+0 | 0,04 | 0,24 | 41 | 17,08 |
| 10 | Mangaraí | 118+5 | 0,35 | 0,96 | 289 | 30,10 |
| 11 | Mangaraí | 126+10 | 0,11 | 0,51 | 119 | 23,33 |
| 12 | Mangaraí | 164+5 | 3,12 | 2,52 | 342 | 13,57 |
| 13 | Mangaraí | 182+5 | 0,13 | 0,69 | 148 | 21,45 |
| 14 | Mangaraí | 244+0 | 0,92 | 1,23 | 226 | 18,37 |
| 15 | Mangaraí | 249+5 | 0,35 | 1,23 | 354 | 28,78 |
| 16 | Mangaraí | 255+10 | 0,32 | 322,00 | 78 | 0,02 |
| Trecho 13 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 7+10 | 0,04 | 0,29 | 51 | 17,59 |
| 2 | Mangaraí | 15+10 | 0,02 | 0,18 | 55 | 30,56 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|------------------|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 3 | Mangaraí | 24+0 | 0,03 | 0,19 | 67 | 35,26 |
| 4 | Mangaraí | 35+5 | 0,74 | 1,20 | 298 | 24,83 |
| 5 | Mangaraí | 55+3 | 0,05 | 0,33 | 87 | 26,36 |
| 6 | Mangaraí | 83+10 | 70,62 | 20,64 | 666 | 3,23 |
| 7 | Mangaraí | 92+15 | 0,23 | 0,52 | 145 | 27,88 |
| 8 | Mangaraí | 103+15 | 0,06 | 0,32 | 81 | 25,31 |
| 9 | Mangaraí | 151+15 | 0,24 | 0,84 | 145 | 17,26 |
| 10 | Mangaraí | 162+5 | 1,53 | 2,18 | 261 | 11,97 |
| 11 | Mangaraí | 187+0 | 0,31 | 1,19 | 171 | 14,37 |
| 12 | Mangaraí | 193+5 | 4,26 | 3,79 | 427 | 11,27 |
| Trecho 14 | | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 11+15 | 4,14 | 3,02 | 177 | 5,86 |
| 2 | Mangaraí | 35+2 | 0,48 | 1,42 | 361 | 25,42 |
| 3 | Mangaraí | 47+7 | 2,90 | 2,61 | 339 | 12,99 |

| Nº | Bacia | Estaca | Área (Km ²) | Comprimento do Talvegue (Km) | Desnível Máximo (m) | Declividade Máxima (%) |
|----|----------|--------|-------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|
| 4 | Mangaraí | 67+15 | 2,22 | 2,18 | 332 | 15,23 |
| 5 | Mangaraí | 91+5 | 1,02 | 1,74 | 322 | 18,51 |

5.1.2.3 Análise de dados processados

Esta análise foi realizada objetivando a transformação de dados de precipitações pluviométricas em vazão, tendo sido, para tanto, empregados o método racional e racional modificado, calculado em planilha eletrônica, e o método do Hidrograma Unitário, contido no modelo hidrológico HEC-HMS, o qual foi utilizado para os cálculos das maiores bacias e cujas características estão discutidas nos itens a seguir.

5.1.2.3.1 Período de Recorrência

Os períodos de recorrência adotados para os estudos das descargas de pico das bacias foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na tabela abaixo, conforme Diretrizes Básicas do DNIT.

Tabela 8 – Período de Recorrência.

| Espécie | Período de Recorrência (anos) |
|--------------------------|---------------------------------|
| Drenagem Sub-superficial | 1 |
| Drenagem Superficial | 5 a 10 |
| Bueiro Tubular | 15 (Canal) e 25 (como orifício) |
| Bueiro Celular | 25 (Canal) e 50 (como orifício) |
| Pontilhão | 50 |
| Ponte | 100 |

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT.

5.1.2.3.2 Tempo de Concentração

Tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é o tempo que leva a área hidrologicamente mais remota da mesma para contribuir com o fluxo de água em seu exutório. Conhecer o tempo de concentração é essencial para a definição da vazão máxima a que está sujeita uma bacia.

Ao longo do tempo, foram formuladas várias equações para o cálculo do tempo de concentração, visando a resolver problemas práticos de engenharia. Por isto, a maior parte delas possui caráter empírico e constituem basicamente equações de regressão, desenvolvidas a partir de preceitos estatísticos (Silveira, 2005).

As fórmulas são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos. Segundo Winkler et al. (2012) apud Kibler (1982), a determinação do tempo de concentração por meio de fórmulas empíricas está sujeita a imprecisões e incertezas por não considerar a variabilidade espacial e temporal da bacia.

A seguir, são descritos os métodos utilizados para o cálculo do Tempo de Concentração no presente trabalho. As fórmulas de Kirpich Modificado, Passini e Ventura foram retiradas do Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem do DNIT (IPR-715, 2005).

De acordo com o manual de hidrologia do DNIT, a aplicação da fórmula de Kirpich Modificada é indicada para uma grande faixa de áreas. Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstraram que a aplicação do fluviograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por KIRPICH. Assim propõe-se a seguinte formulação:

$$T_c = 85,2 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Equação 4}$$

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km, e

H = desnível máximo do talvegue, em m.

A fórmula de Pasini, preconizada pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005) é aplicável a bacias de qualquer tamanho. A seguir é apresentada a fórmula de Pasini:

$$T_c = 6,42 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia em km²;

L = desenvolvimento do talvegue principal, em km;

I = declividade em m/m;

Segundo o manual de hidrologia do DNIT, a fórmula de Ventura é aplicável a qualquer tamanho de bacia:

$$T_c = 7,62 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

Equação 6

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em km²,

I = declividade, em m/m.

Para o cálculo do tempo de concentração (TC) de cada sub-bacia, foram utilizados os três métodos considerados mais adequados para as mesmas, levando-se em consideração sua área e outras características físicas e de uso do solo.

Tendo em vista que é possível encontrar diferentes valores do TC, motivo pelo qual, este introduz incertezas no dimensionamento da vazão de pico, o tempo de concentração foi obtido pela aplicação dos três métodos apresentados para a sub-bacia em questão, priorizando a utilização dos métodos de Kirpich, Kirpich Modificado, Pasini e Ventura que conduzem a valores razoáveis tanto para bacias pequenas quanto para médias e grandes, conforme manual de hidrologia do DNIT.

5.1.2.3.3 Pedologia

O mapa pedológico das sub-bacias foi elaborado em virtude de sua importância para a determinação do coeficiente de escoamento e número da curva, sendo este último parâmetro de entrada requerido no modelo HEC-HMS para a transformação de dados de chuva em vazão.

O mapeamento da pedologia na área de estudo foi realizado a partir da revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:400.000 (EMBRAPA-SNLCS, 1978) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo por ser um trabalho mais recente e por ter sido elaborado em escala de 1:250.000 (depois impresso em 1:1.000.000), mais preciso, portanto, que o de escala 1:400.000. Além disso, suas informações se ajustam melhor às obtidas durante as visitas de campo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as mesmas, os solos da área foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo e geologia e através de observações de perfis em taludes de estradas. As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) em ambiente computacional, possibilitando a elaboração do Mapa Pedológico apresentado na Folha HID-16.

Foram identificados os seguintes tipos de solo na área em estudo: Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Cambissolos, Neossolo Litólico, sendo que os Neossolos Litólicos são, via de regra, associados a afloramentos rochosos.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo são solos profundos onde predominam óxidos de ferro e de alumínio em sua composição. São acentuadamente bem drenados, ocorrendo principalmente nos planaltos dissecados e locais de relevo suave (PARH-SANTA MARIA, 2010).

Os Latossolos Amarelos são solos desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região amazônica relacionados à Formação Alter-do-Chão, podendo também ocorrer fora destes ambientes quando atenderem aos requisitos de cor definidos pelo SiBCS. A cor amarelada é uniforme em profundidade, o mesmo ocorrendo com o teor de argila. A textura mais comum é a argilosa ou muito argilosa. Outro aspecto de campo refere-se à elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos).

Os Cambissolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, bem drenados, pouco profundos a profundos. Este tipo de solo apresenta restrições à exploração agrícola, pela ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis e fragmentos de rocha matriz no perfil (PARH-SANTA MARIA, 2010).

Os Neossolos Litólicos são solos minerais desenvolvidos sobre rochas. Tratam-se de solos rasos, que se desenvolvem em relevo forte ondulado a montanhoso e em muitos casos, com rochas expostas (OLIVEIRA, 2011), sendo localizados, via de regra, no entorno dos afloramentos.

5.1.2.3.4 Uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias foi elaborado também em virtude de sua importância para a determinação do coeficiente de escoamento e do número da curva das mesmas. Conforme já comentado, o número da curva é um parâmetro de entrada requerido no modelo HEC-HMS para a transformação de dados de chuva em vazão.

O mapa de uso e ocupação do solo das sub-bacias foi elaborado por meio do corte do mapa do Uso do Solo do Espírito Santo (IEMA, 2008), o qual foi elaborado com base em informações de sobrevoo ocorrido em 2007 e 2008 e apresenta as seguintes categorias de uso do solo:

- Afloramento rochoso,
- Brejo,
- Campo rupestre/altitude,
- Cultivo agrícola – Abacaxi,
- Cultivo agrícola – Banana,
- Cultivo agrícola – Café,
- Cultivo agrícola – Cana de açúcar,
- Cultivo agrícola – Coco da Bahia,
- Cultivo agrícola – Mamão,
- Cultivo agrícola – Outros cultivos permanentes,
- Cultivo agrícola – Outros cultivos temporários,
- Extração mineral,

- Macega,
- Mangue,
- Massa d'água,
- Mata nativa,
- Mata nativa em estágio inicial de regeneração,
- Pastagem,
- Reflorestamento – Eucalipto
- Reflorestamento - Pinus
- Reflorestamento - Seringueira
- Restinga,
- Solo exposto,
- Área edificada,
- Outros.

A Folhas HID-17 apresentam o Mapa do uso e ocupação do solo das sub-bacias interceptadas por todo a área em estudo.

5.1.2.3.5 Número da Curva e Coeficiente de deflúvio

O método do número da curva foi o escolhido para o cálculo do excedente da chuva, isto é, as partes das precipitações que se transformam em escoamento superficial. Este método foi desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (hoje *Natural Resources Conservation Service*), órgão do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a partir de dados de chuva e escoamento superficial de um grande número de bacias hidrográficas, aliados a dados de infiltrômetros que datam da década de 1930 e que resultaram na classificação dos solos americanos por Musgrave (1955), em tipos hidrológicos A, B, C e D, com os solos arenosos de alto potencial de infiltração classificados como A e argilosos com baixas taxas de infiltração classificados como D.

Mockus (1949) sugeriu que o escoamento superficial poderia ser estimado a partir dos fatores área, tipo de solo, localização, uso do solo, chuva antecedente, duração e intensidade da chuva, temperatura média anual e data da chuva.

Após a promulgação do *Watershed Protection and Flood Prevention Act*, de 1954, as relações chuva-vazão desenvolvidas anteriormente foram generalizadas e puderam ser expressas da seguinte maneira: quando o escoamento natural acumulado é plotado com a chuva acumulada, o escoamento se inicia depois de alguma chuva ter acumulado e a curva resultante da relação chuva x vazão se torna assintótica à linha 1:1. Desta forma, a seguinte relação foi desenvolvida:

$$Q = \frac{2 \cdot (P - 0,2 \cdot S)}{(P + 0,8 \cdot S)}$$

Equação 7

Q = escoamento superficial.

P = Precipitação acumulada.

S = Retenção máxima potencial no início da chuva.

Com isto, S ficou sendo o único parâmetro relacionado às características da bacia hidrográfica. Este se relaciona com o número da curva através da seguinte relação:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Equação 8

Sendo que CN é um valor tabelado e relacionado ao uso do solo e ao tipo hidrológico do solo.

A Tabela 9 apresenta o valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo e o uso e ocupação local.

Tabela 9 - Valor do CN em relação ao grupo hidrológico do solo com o uso e ocupação do local.

| Valores para o CN | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------|---------|
| Uso e Ocupação do Solo | Grupo Hidrológico | | |
| | A (100) | B (200) | D (400) |
| Afloramento rochoso | 98 | 98 | 99 |
| Bananeira | 45 | 66 | 83 |
| Café | 40 | 60 | 79 |
| Cultura anual | 70 | 79 | 88 |
| Cultura Perene | 45 | 66 | 83 |
| Floresta | 36 | 55 | 77 |
| Loteamento (= Área Urbana 12%) | 77 | 86 | 94 |
| Macega | 36 | 56 | 77 |
| Massa d'água | 100 | 100 | 100 |
| Pastagem | 50 | 69 | 84 |
| Pasto sujo | 48 | 67 | 83 |
| Solo Desnudo | 77 | 86 | 94 |
| Área urbana 12% | 46 | 65 | 82 |
| Área urbana 20% | 51 | 68 | 84 |
| Área urbana 25% | 54 | 70 | 85 |
| Área urbana 30% | 57 | 72 | 86 |
| Área urbana 38% | 61 | 75 | 87 |
| Área urbana 65% | 77 | 85 | 92 |
| Área industrial 72% | 81 | 88 | 93 |
| Área urbana 85% | 89 | 92 | 95 |
| Eucalipto | 36 | 70 | 79 |
| Seringueira | 36 | 70 | 83 |

Por meio de operações em raster em sistema de informação geográfica, informações do mapa Pedológico e do mapa de uso do solo foram cruzadas e os valores médios de CN de cada sub-bacia foram definidos.

Para o cálculo de pico de vazão utilizando o método racional, o coeficiente de deflúvio é um dos parâmetros de entrada da equação. Os valores deste coeficiente foram também definidos utilizando sistema de informação geográfica, com base no mapa de uso e ocupação do solo e no mapa Pedológico das sub-bacias. A **Tabela 10** apresenta os valores do coeficiente de deflúvio para cada grupo hidrológico de solo, declividade e uso do solo, os quais foram utilizados no presente trabalho. O coeficiente de deflúvio de cada sub-bacia foi resultante de uma média ponderada entre os valores de C distribuídos ao longo das áreas das mesmas.

Tabela 10 - Valor do coeficiente de deflúvio em relação ao grupo hidrológico do solo, uso e ocupação do solo e declividade do terreno.

| Uso e Ocupação do Solo | Coeficiente de Deflúvio (C) por grupo hidrológico de solos (A, B, C ou D) | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|
| | A | | | B | | | C | | | D | | |
| | <2% | 2 – 6% | >6% | <2% | 2 – 6% | >6% | <2% | 2 – 6% | >6% | <2% | 2 – 6% | >6% |
| Floresta | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,12 | 0,16 | 0,20 | 0,15 | 0,20 | 0,25 |
| Macega (Capoeira) | 0,14 | 0,22 | 0,30 | 0,20 | 0,28 | 0,37 | 0,26 | 0,35 | 0,44 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| Pastagem | 0,15 | 0,25 | 0,37 | 0,23 | 0,34 | 0,45 | 0,30 | 0,42 | 0,52 | 0,37 | 0,50 | 0,62 |
| Área rural | 0,14 | 0,18 | 0,22 | 0,16 | 0,21 | 0,28 | 0,20 | 0,25 | 0,34 | 0,24 | 0,29 | 0,41 |
| Área urbana 20% de impermeabilidade | 0,22 | 0,26 | 0,29 | 0,24 | 0,28 | 0,34 | 0,28 | 0,32 | 0,40 | 0,31 | 0,35 | 0,46 |
| Área urbana 25% de impermeabilidade | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,28 | 0,32 | 0,36 | 0,31 | 0,35 | 0,42 | 0,34 | 0,38 | 0,46 |
| Área urbana 30% de impermeabilidade | 0,28 | 0,32 | 0,35 | 0,30 | 0,35 | 0,39 | 0,33 | 0,38 | 0,45 | 0,36 | 0,40 | 0,50 |
| Área urbana 38% de impermeabilidade | 0,30 | 0,34 | 0,37 | 0,33 | 0,37 | 0,42 | 0,36 | 0,40 | 0,47 | 0,38 | 0,42 | 0,52 |
| Área urbana 65% de impermeabilidade | 0,33 | 0,37 | 0,40 | 0,35 | 0,39 | 0,44 | 0,38 | 0,42 | 0,49 | 0,41 | 0,45 | 0,54 |
| Área Industrial | 0,85 | 0,85 | 0,86 | 0,85 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,86 | 0,87 | 0,86 | 0,86 | 0,88 |
| Área urbana 85% de impermeabilidade | 0,88 | 0,88 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,90 | 0,89 | 0,89 | 0,90 |
| Rua Asfaltada | 0,76 | 0,77 | 0,79 | 0,80 | 0,82 | 0,84 | 0,84 | 0,85 | 0,89 | 0,89 | 0,91 | 0,95 |
| Estacionamento | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,95 | 0,96 | 0,97 |
| Solo Exposto | 0,65 | 0,67 | 0,69 | 0,66 | 0,68 | 0,70 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | 0,69 | 0,72 | 0,75 |
| Afloramento rochoso | 0,9 | | | | | | | | | | | |
| Massa d'água | 1,0 | | | | | | | | | | | |

5.1.2.4 Determinação das descargas das bacias

O trecho em estudo intercepta 174 cursos d'água ou talvegues, necessitando, nesses 174 pontos, da implantação de dispositivos de drenagem para transposição destes cursos d'água, sem prejuízos a estrutura do pavimento ou a rede hidrográfica afetada. O presente item do estudo hidrológico tem a finalidade de detalhar o procedimento de cálculo, assim como os resultados obtidos nos cálculos, resultando nas vazões de projeto desses cursos d'água nos pontos de interceptação com a rodovia.

Para a determinação da vazão de projeto para as 174 sub-bacias, foi utilizada análise chuva x vazão. Esta análise é baseada na transformação de chuva em vazão, sendo considerada, nos cálculos, a chuva de maior intensidade da bacia e tempo de retorno de 15 anos (para bueiro tubular funcionando como canal), 25 anos (para bueiro celular funcionando como canal), 50 anos (para pontilhão) e 100 anos (para pontes).

Foram utilizados três métodos para a análise chuva x vazão: a) modelagem hidrológica utilizando o programa HEC-HMS; b) aplicação do método racional e; c) aplicação do método racional modificado.

5.1.2.4.1 Modelagem hidrológica utilizando HEC-HMS

O HEC-HMS é um pacote computacional desenvolvido pelo grupo de hidrologia do *Corps of Engineers* do exército americano e seus componentes são capazes de simular a resposta hidrológica em uma bacia hidrográfica frente a uma chuva intensa.

Os componentes do HEC-HMS simulam vazões a partir de dados de precipitação durante um período determinado pelo usuário. O modelo tem sido utilizado largamente em muitos países do mundo, principalmente nos EUA e seu uso tem se popularizado no Brasil, dada a boa consistência de resposta e estabilidade para simulação de pequenas e grandes bacias hidrográficas. Seu uso para o cálculo da vazão de projeto foi considerado apropriado dada a possibilidade de se transformar as características hidrológicas das sub-bacias em variáveis de entrada do modelo.

Para o cálculo da chuva excedente, foi escolhido o método do número da curva, enquanto que, para a transformação da chuva excedente no hidrograma de vazão, foi escolhido o método do hidrograma unitário.

Conceitualmente, o Hidrograma Unitário (HU) é o hidrograma do escoamento direto causado por uma chuva efetiva unitária (por exemplo, uma chuva de 1 mm, 1 cm, 1 polegada ou outra medida). A teoria considera que a precipitação efetiva e unitária tem intensidade constante ao longo de sua duração e distribui-se uniformemente sobre toda a área de drenagem (Collischonn; Tassi, 2008).

Segundo Paço (2008), o modelo do Hidrograma Unitário (HU), desenvolvido por Sherman em 1932, impôs um importante avanço no nível da análise de cheias. Conforme Naghettini (1999), além das considerações citadas acima (chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre a bacia), o método baseia-se na hipótese de que uma vez que as características físicas da bacia não se alterem, precipitações semelhantes produzirão hidrogramas semelhantes.

Chow, Maidment e Mays (1988), *apud* Paço (2008) afirmam que o modelo foi inicialmente desenvolvido para a aplicação em bacias hidrográficas de grandes dimensões, variando entre 1300 e

8000 km², tendo-se, posteriormente, demonstrada a sua aplicabilidade em bacias de área mais reduzidas, entre 0,5 ha e 25 km².

Existem muitas técnicas sintéticas de Hidrogramas Unitários abordadas pelos mais diversos autores: Método de Nash, Clark, de Santa Bárbara, da Convolução Contínua, Snyder, SCS (*Soil Conservation Service*) e CUHP (*Colorado Urban Hydrograph Procedure*). O método do hidrograma unitário SCS é nativo no HEC-HMS e foi escolhido para a transformação dos dados de chuva em vazão.

As variáveis de entrada necessárias para a simulação com o HEC-HMS utilizando os métodos do número da curva e hidrograma unitário são o número da curva da bacia, a área da bacia, o tempo de concentração e hietograma de projeto.

5.1.2.4.2 Aplicação do método racional e método racional modificado

O método racional é a forma mais simples de se determinar a vazão de pico da bacia de drenagem. Não é tão sofisticado quanto a modelagem hidrológica com o *HEC-HMS*, mas é o método mais comum utilizado para o dimensionamento de sistemas de drenagem. Trata-se de um método lógico, generalizado e que muitas vezes apresenta resultados razoáveis. Entretanto, a base teórica deste não é suficientemente explorada na maioria de suas aplicações (UPC, 2016), o que pode conduzir a uma vazão superestimada, levando a exageros no dimensionamento do sistema de drenagem. Devido a isso, é imprescindível que haja uma verificação criteriosa dos resultados, buscando identificar incoerências.

O método racional relaciona dados como intensidade da chuva, área da bacia e características da cobertura da bacia hidrográfica estudada e é dado pela **Equação 9**:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{3,6} \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Conforme recomendado no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (IPR-715/2005), para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte com áreas superiores a 1 km², são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição. O mais comum desses fatores é dado pela **Equação 10**:

$$n = A^{-0,10} \quad \text{Equação 10}$$

Em que:

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Assim o método racional modificado é dado por **Equação 11**:

$$Q_c = \frac{C.I.A.n}{3,60}$$

Equação 11

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

n = fator de distribuição = $A^{-0,10}$

Como foi apresentado, o método racional é composto de três variáveis independentes, o coeficiente de escoamento superficial, a intensidade de precipitação e a área.

A escolha apropriada do coeficiente de escoamento (c) de uma bacia permeia uma série de fatores que devem ser criteriosamente analisados, para não conduzir a valores errôneos de vazão. Este coeficiente representa a quantidade de água de escoamento gerada pela bacia em eventos chuvosos. Ele pode variar numa mesma bacia, de acordo com o com o evento, em função da intensidade, distribuição temporal e espacial da precipitação, condições de umidade do solo e retenções (TUCCI, 2000). Além disso, depende também da referência do dado e de quando este foi obtido, já que o coeficiente 'c' reflete o uso e ocupação da bacia.

O coeficiente c tem relação direta com os fenômenos de infiltração, interceptação, detenção e difusão, e representa a tendência de um hidrograma se espalhar, atenuando o pico de vazão conforme o tempo decorrido. Como observa a *Federal Highway Administration* (FHWA, 1996), valores mais altos de c são geralmente apropriados para áreas de declive acentuado, porque a infiltração e outras perdas têm um efeito proporcionalmente menor sobre o escoamento nesses casos. Um escoamento mais rápido tem menos oportunidade de se dissipar antes de chegar ao exutório da bacia.

C também varia de acordo com o Grupo Hidrológico do Solo. Um solo A é relativamente permeável enquanto um solo D é relativamente impermeável, sendo que os grupos C e D apresentam valores intermediários de infiltração. O coeficiente de deflúvio aumenta, conforme o solo passa de A a D, uma consequência da diminuição da capacidade de infiltração do solo.

O método racional é apropriado na obtenção de vazões máximas, desde que a precipitação dure tanto ou mais que o tempo de concentração da bacia. Um exame pormenorizado da equação intensidade-duração-frequência de chuva remete ao fato de a intensidade de chuva ser inversamente proporcional à sua duração e diretamente proporcional ao seu período de retorno. Assim, quanto menor a sua duração, maior é a sua intensidade. Sendo assim, chuvas menores que o tempo de concentração, geram escoamento superficial promovido apenas por parte da bacia, enquanto que chuvas com duração maior que o tempo de concentração são menos intensas que aquelas com duração igual ao tempo de concentração da bacia. Assim, a aplicação do método racional para a determinação do pico

de vazão em uma bacia resulta em maior pico em casos de chuvas com duração igual ao seu tempo de concentração.

Quanto à área de drenagem UPC (2016) mostra que a vazão não varia linearmente com a área de contribuição. Conforme apresentado na Figura 186, em bacias com área de contribuição de 100 e 500 acres, foram observadas vazões de 25 e 75 cfs, respectivamente. Já o cálculo com o método racional resultou em vazões de 25 e 125 cfs. Percebe-se que o método racional tende a superestimar a vazão, quando um c apropriado para uma bacia pequena é utilizado em uma área maior que 200 ac (aproximadamente 1 km²). Esse erro torna-se significativamente maior com o aumento do tamanho da bacia.

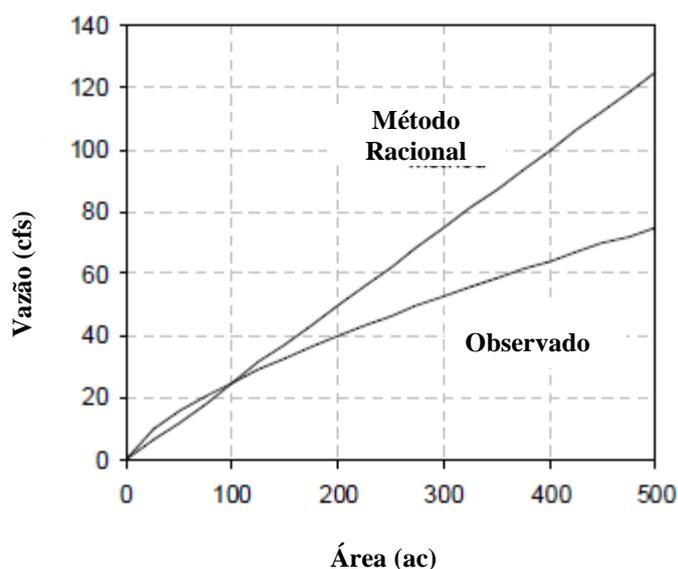


Figura 186: Vazão x Área de contribuição

Diante do exposto, o método racional foi utilizado para calcular as vazões de pico das bacias pequenas (menor que 1 km²), enquanto que, para as bacias maiores, foram utilizados o método racional modificado e a modelagem hidrológica com o *HEC-HMS*.

5.1.2.4.3 Descargas das Bacias

A Tabela 11 apresenta o resultado dos cálculos do dimensionamento de vazões para os trechos de 1 a 15. As vazões em destaque são as indicadas para o dimensionamento das estruturas de drenagem.

Tabela 11: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 1

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|---------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 19+0 | 0,28 | 0,71 | 115 | 16,20 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 3,73 | 4,06 | 4,54 | 5,09 | BSTC | Não atende | 0,43 | 5,20 | 8,67 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 4,23 | 4,61 | 5,16 | 5,78 | 0,6 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 24+2 | 2,02 | 2,48 | 162 | 6,53 | 39,93 | 0,24 | 98,58 | 107,22 | 120,15 | 134,64 | Racional | 13,28 | 14,44 | 16,18 | 18,13 | BSTC | Não atende | 1,53 | 8,09 | 8,09 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,37 | 13,46 | 15,08 | 16,90 | 1 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 30+7 | 0,07 | 0,30 | 95 | 31,67 | 10,00 | 0,14 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,52 | 0,57 | 0,64 | 0,71 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,31 | 3,26 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,68 | 0,74 | 0,83 | 0,93 | 0,4 | | | | |
| 4 | Mangaraí | 58+4 | 1,14 | 2,05 | 159 | 7,76 | 29,18 | 0,23 | 117,80 | 128,11 | 143,56 | 160,88 | Racional | 8,58 | 9,33 | 10,46 | 11,72 | BSTC | Não atende | 0,43 | 11,82 | 19,69 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,47 | 9,21 | 10,32 | 11,56 | 0,6 | | | | |
| 5 | Mangaraí | 62+10 | 0,12 | 0,49 | 86 | 17,55 | 10,00 | 0,15 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,96 | 1,04 | 1,17 | 1,31 | BSTC | Atende | 1,53 | 0,63 | 0,63 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,19 | 1,29 | 1,44 | 1,62 | 1 | | | | |
| 6 | Mangaraí | 69+0 | 0,02 | 0,17 | 36 | 21,18 | 10,00 | 0,16 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,23 | BSTC | Atende | 0,88 | 0,15 | 0,19 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,25 | 0,27 | 0,31 | 0,34 | 0,8 | | | | |
| 7 | Mangaraí | 90+0 | 0,08 | 0,39 | 62 | 15,90 | 29,18 | 0,20 | 117,80 | 128,11 | 143,56 | 160,88 | Racional | 0,52 | 0,57 | 0,64 | 0,72 | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,67 | 0,73 | 0,82 | 0,92 | - | | | | |
| 8 | Mangaraí | 96+13 | 0,81 | 1,30 | 73 | 5,62 | 26,21 | 0,20 | 124,79 | 135,72 | 152,09 | 170,43 | Racional | 5,62 | 6,11 | 6,84 | 7,67 | BSTC | Não atende | 1,53 | 3,67 | 3,67 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 5,74 | 6,24 | 6,99 | 7,83 | 1 | | | | |

Tabela 12: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 2

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|------------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 44+0 | 0,18 | 0,55 | 124 | 22,55 | 10,00 | 0,17 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,63 | 1,77 | 1,99 | 2,23 | BSTC | Não atende | 0,88 | 1,48 | 1,85 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,93 | 2,10 | 2,36 | 2,64 | 0,8 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 48+12 | 0,27 | 0,79 | 199 | 25,19 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,88 | 3,13 | 3,51 | 3,93 | BSTC | Não atende | 2,42 | 1,63 | 1,35 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 3,28 | 3,57 | 4,00 | 4,48 | 1,2 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 85+0 | 8,10 | 3,14 | 199 | 6,34 | 67,61 | 0,22 | 71,16 | 77,39 | 86,73 | 97,19 | Racional Modificado | 28,58 | 31,08 | 34,83 | 39,03 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 16,40 | 21,60 | 30,50 | 41,70 | 4,50x3,20 | | | | |
| 4 | Mangaraí | 102+14 | 8,27 | 3,51 | 201 | 5,73 | 73,74 | 0,22 | 67,26 | 73,15 | 81,97 | 91,86 | Racional Modificado | 27,52 | 29,93 | 33,54 | 37,58 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 16,80 | 21,90 | 31,10 | 42,70 | 5,50x3,20 | | | | |
| 5 | Mangaraí | 185+0 | 36,62 | 13,25 | 343 | 2,59 | 259,36 | 0,21 | 28,14 | 30,61 | 34,30 | 38,43 | Racional Modificado | 41,94 | 45,61 | 51,11 | 57,28 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 30,80 | 40,90 | 58,20 | 80,30 | 7,00x5,00 | | | | |
| 6 | Mangaraí | 247+10 | 3,03 | 3,79 | 224 | 5,91 | 54,51 | 0,21 | 81,60 | 88,75 | 99,45 | 111,45 | Racional | 14,42 | 15,69 | 17,58 | 19,70 | BSTC | Não atende | 0,43 | 18,01 | 30,02 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,91 | 14,04 | 15,73 | 17,63 | 0,6 | | | | |
| 7 | Mangaraí | 279+5 | 2,77 | 3,22 | 202 | 6,27 | 48,74 | 0,21 | 87,45 | 95,11 | 106,58 | 119,44 | Racional | 14,13 | 15,37 | 17,22 | 19,30 | BSTC | Não atende | 0,88 | 11,60 | 14,50 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,76 | 13,88 | 15,55 | 17,43 | 0,8 | | | | |
| 8 | Mangaraí | 308+13 | 0,23 | 0,34 | 20 | 5,88 | 11,37 | 0,19 | 182,87 | 198,88 | 222,87 | 249,75 | Racional | 2,22 | 2,41 | 2,71 | 3,03 | BSTC | Não atende | 0,43 | 3,59 | 5,98 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,57 | 2,80 | 3,13 | 3,51 | 0,6 | | | | |
| 9 | Mangaraí | 331+6 | 2,99 | 3,55 | 173 | 4,87 | 58,01 | 0,21 | 78,47 | 85,34 | 95,64 | 107,17 | Racional | 13,69 | 14,89 | 16,68 | 18,69 | BSTC | Não atende | 2,42 | 6,08 | 5,07 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,27 | 13,34 | 14,95 | 16,75 | 1,2 | | | | |
| 10 | Mangaraí | 357+9 | 0,01 | 0,14 | 5 | 3,57 | 10,00 | 0,18 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,13 | BSTC | Atende | 0,88 | 0,14 | 0,17 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,8 | | | | |

Tabela 13: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 3

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de calculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|-----------------------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------|-------|------------------------|-----------------|---------------|------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) | |
| | | | | | | | | c | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | | 100 |
| 1 | Mangaraí | 56+10 | 2,18 | 2,77 | 195 | 7,04 | 40,93 | 0,25 | 97,15 | 105,66 | 118,41 | 132,69 | Racional | 14,71 | 16,00 | 17,93 | 20,09 | - | - | - | - | |
| | | | | | | | | CN | | | | | Racional Modificado | 13,61 | 14,80 | 16,58 | 18,58 | - | - | - | - | |
| 2 | Mangaraí | 99+0 | 0,20 | 0,67 | 177 | 26,42 | 10,00 | 0,19 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,02 | 2,20 | 2,47 | 2,76 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,82 | 4,71 |
| | | | | | | | | CN | | | | | Racional Modificado | 2,38 | 2,59 | 2,90 | 3,25 | 0,6 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 139+15 | 0,07 | 0,27 | 26 | 9,63 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,75 | 0,81 | 0,91 | 1,02 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,86 | 4,66 |
| | | | | | | | | CN | | | | | Racional Modificado | 0,97 | 1,06 | 1,19 | 1,33 | 0,4 | | | | |

Tabela 14: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 4

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 35+0 | 0,04 | 0,23 | 107 | 46,52 | 10,00 | 0,35 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,75 | 0,81 | 0,91 | 1,02 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,86 | 4,66 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,03 | 1,12 | 1,25 | 1,41 | 0,4 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 54+12 | 0,03 | 0,22 | 138 | 62,73 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,59 | 0,64 | 0,72 | 0,81 | BSTC | Atende | 0,88 | 0,54 | 0,67 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,84 | 0,91 | 1,02 | 1,15 | 0,8 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 69+8 | 0,02 | 0,22 | 82 | 37,27 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,31 | BSTC | Não atende | 0,16 | 0,56 | 1,40 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,33 | 0,36 | 0,40 | 0,45 | 0,4 | | | | |
| 4 | Mangaraí | 81+9 | 0,08 | 0,46 | 188 | 40,87 | 10,00 | 0,50 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,13 | 2,32 | 2,60 | 2,91 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,97 | 4,96 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,74 | 2,98 | 3,34 | 3,75 | 0,6 | | | | |
| 5 | Mangaraí | 99+10 | 0,08 | 0,47 | 201 | 42,77 | 10,00 | 0,53 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,26 | 2,46 | 2,75 | 3,08 | BSTC | Não atende | 1,53 | 1,48 | 1,48 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,91 | 3,16 | 3,54 | 3,97 | 1 | | | | |
| 6 | Mangaraí | 132+10 | 30,55 | 7,97 | 347 | 4,35 | 164,16 | 0,22 | 38,99 | 42,40 | 47,52 | 53,25 | Racional Modificado | 51,71 | 56,23 | 63,02 | 70,62 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 24,30 | 33,30 | 49,30 | 70,30 | 6,0X5,0 | | | | |
| 7 | Mangaraí | 142+0 | 0,06 | 0,36 | 79 | 21,94 | 10,00 | 0,31 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,99 | 1,08 | 1,21 | 1,35 | BSTC | Não atende | 0,16 | 2,48 | 6,19 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,31 | 1,43 | 1,60 | 1,79 | 0,4 | | | | |
| 8 | Mangaraí | 145+7 | 0,20 | 0,65 | 188 | 28,92 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,24 | 2,43 | 2,73 | 3,06 | BSTC | Não atende | 1,53 | 1,46 | 1,46 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,63 | 2,86 | 3,20 | 3,59 | 1 | | | | |
| 9 | Mangaraí | 150+0 | 0,06 | 0,34 | 103 | 30,29 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,80 | 0,87 | 0,97 | 1,09 | BSTC | Não atende | 0,88 | 0,73 | 0,91 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,06 | 1,15 | 1,29 | 1,45 | 0,8 | | | | |
| 10 | Mangaraí | 176+15 | 0,44 | 1,09 | 342 | 31,38 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 6,56 | 7,14 | 8,00 | 8,96 | BSTC | Não atende | 0,88 | 5,97 | 7,46 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 7,12 | 7,75 | 8,68 | 9,73 | 0,8 | | | | |
| 11 | Mangaraí | 204+10 | 0,04 | 0,26 | 98 | 37,69 | 10,00 | 0,34 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,72 | 0,79 | 0,88 | 0,99 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,81 | 4,53 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,00 | 1,09 | 1,22 | 1,37 | 0,4 | | | | |
| 12 | Mangaraí | 209+0 | 1,31 | 1,41 | 328 | 23,26 | 16,00 | 0,24 | 158,78 | 172,68 | 193,51 | 216,85 | Racional | 13,87 | 15,08 | 16,90 | 18,94 | BSTC | Não atende | 2,42 | 6,69 | 5,58 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 13,50 | 14,68 | 16,45 | 18,43 | 1,2 | | | | |
| 13 | Mangaraí | 230+13 | 0,13 | 0,44 | 98 | 22,27 | 10,00 | 0,24 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,66 | 1,81 | 2,03 | 0,99 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,32 | 3,86 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,04 | 2,22 | 2,48 | 2,78 | 0,6 | | | | |
| 14 | Mangaraí | 233+8 | 0,01 | 0,12 | 1 | 0,83 | 10,00 | 0,17 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,13 | 0,21 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,14 | 0,16 | 0,17 | 0,20 | 0,6 | | | | |
| 15 | Mangaraí | 263+7 | 0,03 | 0,18 | 37 | 20,56 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,60 | 0,79 | 0,88 | 0,99 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,49 | 3,73 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,64 | 0,69 | 0,77 | 0,87 | 0,4 | | | | |
| 16 | Mangaraí | 270+11 | 0,69 | 1,08 | 204 | 18,89 | 13,33 | 0,21 | 171,69 | 186,72 | 209,25 | 234,49 | Racional | 6,91 | 7,52 | 8,42 | 9,44 | BSTC | Não atende | 1,53 | 4,52 | 4,52 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 7,17 | 7,80 | 8,74 | 9,79 | 1 | | | | |
| 17 | Mangaraí | 319+10 | 0,15 | 0,46 | 82 | 17,83 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,60 | 1,74 | 1,95 | 2,18 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,23 | 3,72 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,93 | 2,10 | 2,35 | 2,64 | 0,6 | | | | |
| 18 | Mangaraí | 340+15 | 0,03 | 0,29 | 69 | 23,79 | 10,00 | 0,18 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,29 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,40 | 0,67 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,41 | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,6 | | | | |
| 19 | Mangaraí | 389+6 | 0,01 | 0,10 | 16 | 16,00 | 10,00 | 0,34 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,25 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,25 | 0,42 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,29 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,6 | | | | |
| 20 | Mangaraí | 401+4 | 0,45 | 1,22 | 184 | 15,08 | 13,67 | 0,17 | 169,91 | 184,79 | 207,08 | 232,06 | Racional | 3,61 | 3,93 | 4,40 | 4,93 | BSTC | Não atende | 2,42 | 1,79 | 1,49 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 3,91 | 4,25 | 4,77 | 5,34 | 1,2 | | | | |

Tabela 15: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 5

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 43+10 | 0,50 | 1,17 | 186 | 15,90 | 13,53 | 0,34 | 170,64 | 185,58 | 207,97 | 233,05 | Racional | 8,06 | 8,76 | 9,82 | 11,01 | BSTC | Não Atende | 1,53 | 5,27 | 5,27 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,64 | 9,39 | 10,53 | 11,80 | 1 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 74+5 | 0,04 | 0,21 | 70 | 33,33 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,60 | 0,65 | 0,73 | 0,81 | BSTC | Não Atende | 0,08 | 7,46 | 7,46 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,82 | 0,90 | 1,00 | 1,12 | 0,3 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 109+10 | 0,13 | 0,41 | 151 | 36,83 | 10,00 | 0,22 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,52 | 1,66 | 1,86 | 2,08 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,87 | 2,03 | 2,28 | 2,55 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 123+5 | 34,19 | 10,22 | 352 | 3,44 | 204,79 | 0,22 | 33,33 | 36,25 | 40,63 | 45,53 | Racional Modificado | 48,92 | 53,21 | 59,62 | 66,82 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 30,00 | 40,20 | 57,90 | 80,80 | 6,0x4,0 | | | | |

Tabela 16: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 6

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 7+10 | 0,01 | 0,14 | 10 | 7,14 | 10,00 | 0,34 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,25 | BSTC | Atende | 0,42 | 0,26 | 0,43 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,29 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,6 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 12+0 | 0,44 | 1,17 | 367 | 31,37 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 4,92 | 5,35 | 6,00 | 6,72 | BSTC | Não Atende | 0,88 | 4,47 | 5,59 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 5,34 | 5,81 | 6,51 | 7,30 | 0,8 | | | | |
| 3 | Mangaraí | 16+15 | 0,25 | 0,83 | 6 | 0,72 | 41,41 | 0,29 | 96,49 | 104,93 | 117,59 | 131,77 | Racional | 1,94 | 2,11 | 2,37 | 2,65 | BSTC | Não Atende | 0,88 | 1,77 | 2,21 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,23 | 2,43 | 2,72 | 3,05 | 0,8 | | | | |
| 4 | Mangaraí | 50+5 | 0,65 | 1,24 | 224 | 18,06 | 13,99 | 0,27 | 168,28 | 183,01 | 205,08 | 229,82 | Racional | 8,20 | 8,92 | 10,00 | 11,20 | BSTC | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,56 | 9,31 | 10,44 | 11,70 | - | | | | |
| 5 | Mangaraí | 65+15 | 0,02 | 0,20 | 44 | 22,00 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,39 | 0,43 | 0,48 | 0,54 | BSTC | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,58 | 0,63 | 0,71 | 0,80 | - | | | | |
| 6 | Mangaraí | 86+10 | 0,18 | 0,81 | 224 | 27,65 | 10,00 | 0,22 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 3,86 | 4,20 | 4,71 | 5,27 | BSTC | Não Atende | 0,43 | 5,39 | 8,98 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,50 | 2,72 | 3,05 | 3,42 | 0,6 | | | | |
| 7 | Mangaraí | 98+0 | 0,05 | 0,31 | 103 | 33,23 | 10,00 | 0,24 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,64 | 0,70 | 0,78 | 0,87 | BSTC | Não Atende | 0,16 | 1,60 | 3,99 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,86 | 0,94 | 1,05 | 1,18 | 0,4 | | | | |
| 8 | Mangaraí | 110+15 | 0,36 | 1,01 | 181 | 17,92 | 11,10 | 0,27 | 184,55 | 200,70 | 224,91 | 252,04 | Racional | 4,98 | 5,42 | 6,07 | 6,81 | BSTC | Não Atende | 0,88 | 4,53 | 5,66 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 5,52 | 6,00 | 6,73 | 7,54 | 0,8 | | | | |
| 9 | Mangaraí | 129+10 | 0,08 | 0,36 | 127 | 35,28 | 10,00 | 0,29 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,24 | 1,34 | 1,51 | 1,69 | BSTC | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,59 | 1,73 | 1,94 | 2,17 | - | | | | |
| 10 | Mangaraí | 143+0 | 0,05 | 0,28 | 80 | 28,57 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,89 | 0,97 | 1,09 | 1,22 | BSTC | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,75 | 0,82 | 0,92 | 1,03 | - | | | | |
| 11 | Mangaraí | 168+0 | 0,15 | 0,52 | 120 | 23,08 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,60 | 1,74 | 1,95 | 2,18 | BSTC | Não Atende | 0,16 | 3,99 | 9,99 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,93 | 2,10 | 2,35 | 2,64 | 0,4 | | | | |
| 12 | Mangaraí | 179+10 | 1,95 | 2,21 | 80 | 3,62 | 50,08 | 0,23 | 86,01 | 93,54 | 104,82 | 117,46 | Racional | 10,72 | 11,65 | 13,06 | 14,63 | BSTC | Não Atende | 2,42 | 5,31 | 4,43 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 10,02 | 10,90 | 12,22 | 13,69 | 1,2 | | | | |

Tabela 17: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 7

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de calculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|-----------------------------|----------|--------|--------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------|------------------|------------------------|-----------------|---------------|-------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) | |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | | 50 | 100 | 15 | 25 | | | | | | 50 |
| 2 | Mangaraí | 19+10 | 0,02 | 0,15 | 25 | 16,67 | 10,00 | 0,14 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,30 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 24+15 | 6,14 | 6,36 | 240 | 3,77 | 98,98 | 0,23 40,98 | 55,30 | 60,14 | 67,39 | 75,52 | Racional Modificado | 18,09 | 19,68 | 22,05 | 24,71 | BSTC | Atende | 2,42 | 8,97 | 7,48 |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 12,50 | 16,50 | 23,10 | 31,40 | 1,20 | | | | |
| 4 | Mangaraí | 39+10 | 1,56 | 2,78 | 233 | 8,38 | 34,32 | 0,21 | 107,61 | 117,04 | 131,15 | 146,97 | Racional | 9,79 | 10,65 | 11,93 | 13,37 | BTTC | Não atende | 2,63 | 2,98 | 3,72 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 9,37 | 10,19 | 11,42 | 12,79 | 0,80 | | | | |
| 5 | Mangaraí | 42+10 | 0,04 | 0,33 | 147 | 44,55 | 10,00 | 0,57 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,21 | 1,32 | 1,48 | 1,66 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,68 | 1,82 | 2,04 | 2,29 | | | | | |
| 6 | Mangaraí | 50+7 | 0,04 | 0,29 | 176 | 60,69 | 10,00 | 0,33 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,70 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,97 | 1,06 | 1,18 | 1,32 | | | | | |
| 7 | Mangaraí | 55+10 | 8,54 | 7,65 | 289 | 3,78 | 116,15 | 0,22 40,62 | 49,59 | 53,93 | 60,44 | 67,73 | Racional Modificado | 20,89 | 22,71 | 25,45 | 28,52 | BTTC | Não atende | 4,6 | 2,71 | 3,39 |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 15,60 | 20,20 | 33,80 | 38,00 | 0,80 | | | | |
| 8 | Mangaraí | 79+5 | 0,02 | 0,18 | 5 | 2,78 | 10,00 | 0,30 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,44 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,47 | 0,51 | 0,58 | 0,65 | | | | | |
| 9 | Mangaraí | 86+0 | 0,13 | 0,53 | 100 | 18,87 | 10,00 | 0,30 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,08 | 2,26 | 2,53 | 2,84 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,55 | 2,77 | 3,10 | 3,48 | | | | | |
| 10 | Mangaraí | 93+15 | 0,05 | 0,31 | 103 | 33,23 | 10,00 | 0,17 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,45 | 0,49 | 0,55 | 0,62 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,61 | 0,66 | 0,74 | 0,83 | | | | | |
| 11 | Mangaraí | 110+15 | 0,17 | 0,53 | 185 | 34,91 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,54 | 2,76 | 3,09 | 3,46 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 3,03 | 3,29 | 3,69 | 4,13 | | | | | |
| 12 | Mangaraí | 117+0 | 0,05 | 0,32 | 65 | 20,31 | 10,00 | 0,32 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,85 | 0,93 | 1,04 | 1,16 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,15 | 1,25 | 1,40 | 1,57 | | | | | |
| 13 | Mangaraí | 124+15 | 9,96 | 9,18 | 345 | 3,76 | 129,88 | 0,22 40,72 | 45,92 | 49,94 | 55,96 | 62,71 | Racional Modificado | 22,21 | 24,15 | 27,07 | 30,33 | BSTC | Não atende | 1,53 | 14,52 | 14,52 |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 18,20 | 23,40 | 32,30 | 43,40 | 1,00 | | | | |
| 14 | Mangaraí | 127+15 | 0,19 | 0,66 | 262 | 39,70 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,53 | 2,75 | 3,08 | 3,46 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,99 | 3,25 | 3,64 | 4,08 | | | | | |
| 15 | Mangaraí | 140+0 | 10,32 | 9,51 | 357 | 3,75 | 132,88 | 0,22 40,93 | 45,19 | 49,15 | 55,08 | 61,72 | Racional Modificado | 22,57 | 24,55 | 27,51 | 30,82 | BSTC | Não atende | 2,42 | 9,42 | 7,85 |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 19,00 | 24,50 | 33,50 | 45,00 | 1,20 | | | | |
| 16 | Mangaraí | 150+15 | 0,08 | 0,44 | 159 | 36,14 | 10,00 | 0,29 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,24 | 1,34 | 1,51 | 1,69 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,59 | 1,73 | 1,94 | 2,17 | | | | | |
| 17 | Mangaraí | 157+5 | 0,06 | 0,46 | 134 | 29,13 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,80 | 0,87 | 0,97 | 1,09 | BSTC | Não atende | 0,08 | 3,00 | 9,99 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,06 | 1,15 | 1,29 | 1,45 | 0,30 | | | | |
| 18 | Mangaraí | 203+10 | 0,48 | 1,48 | 203 | 13,72 | 15,66 | 0,31 | 160,30 | 174,33 | 195,36 | 218,92 | Racional | 6,63 | 7,21 | 8,07 | 9,05 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 7,13 | 7,75 | 8,69 | 9,74 | | | | | |
| 19 | Mangaraí | 213+15 | 0,05 | 0,40 | 121 | 30,25 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,99 | 1,07 | 1,20 | 1,35 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,33 | 1,45 | 1,62 | 1,82 | | | | | |
| 20 | Mangaraí | 234+15 | 0,05 | 0,23 | 95 | 41,30 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,99 | 1,07 | 1,20 | 1,35 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,33 | 1,45 | 1,62 | 1,82 | | | | | |
| 21 | Mangaraí | 241+10 | 0,05 | 0,47 | 196 | 41,70 | 10,00 | 0,39 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,04 | 1,13 | 1,27 | 1,42 | BSTC | Não atende | 0,43 | 1,45 | 2,42 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,40 | 1,52 | 1,71 | 1,91 | 0,60 | | | | |
| 22 | Mangaraí | 243+10 | 0,04 | 0,40 | 220 | 55,00 | 10,00 | 0,55 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,17 | 1,27 | 1,43 | 1,60 | BSTC | Não atende | 0,43 | 1,64 | 2,73 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,62 | 1,76 | 1,97 | 2,21 | 0,60 | | | | |
| 23 | Mangaraí | 259+10 | 0,05 | 0,44 | 211 | 47,95 | 10,00 | 0,43 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,15 | 1,25 | 1,40 | 1,56 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,55 | 1,68 | 1,88 | 2,11 | | | | | |
| 24 | Mangaraí | 270+10 | 1,93 | 3,06 | 408 | 13,33 | 30,47 | 0,32 | 115,03 | 125,11 | 140,20 | 157,11 | Racional | 19,73 | 21,46 | 24,05 | 26,95 | BSTC | Não atende | 0,88 | 17,94 | 22,43 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 18,48 | 20,10 | 22,52 | 25,24 | 0,80 | | | | |
| 25 | Mangaraí | FINAL | 2,59 | 3,49 | 443 | 12,69 | 35,49 | 0,32 | 105,57 | 114,82 | 128,67 | 144,19 | Racional | 24,31 | 26,43 | 29,62 | 33,20 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 22,10 | 24,03 | 26,93 | 30,18 | 3,0X3,0 | | | | |
| 26 | Mangaraí | 163+2 | 1,22 | 2,54 | 375 | 14,76 | 23,92 | 0,22 | 130,89 | 142,35 | 159,52 | 178,76 | Racional | 9,76 | 10,61 | 11,89 | 13,33 | BSTC | Não atende | 0,88 | 8,87 | 11,09 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 9,57 | 10,40 | 11,66 | 13,06 | 0,80 | | | | |

Tabela 18: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 8

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de calculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | 100 | | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 163+12 | 10,55 | 9,81 | 361 | 3,68 | 136,52 | 0,23 | 44,35 | 48,24 | 54,06 | 60,58 | Racional Modificado | 23,62 | 25,69 | 28,79 | 32,26 | BSTC | Não atende | 0,88 | 18,45 | 23,07 |
| | | | | | | | | 41,28 | | | | | HEC-HMS | 20,30 | 26,00 | 35,30 | 47,10 | | | | | |

Tabela 19: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 10

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de calculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|-------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|--------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | 100 | | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 65+15 | 0,29 | 0,75 | 208 | 27,73 | 10,00 | 0,32 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 4,94 | 5,38 | 6,02 | 6,75 | BSTC | Não atende | 0,43 | 6,90 | 11,50 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 5,59 | 6,08 | 6,82 | 7,64 | | | | | |
| 2 | Mangaraí | 80+9 | 0,41 | 1,11 | 255 | 22,97 | 10,60 | 0,33 | 187,75 | 204,18 | 228,81 | 256,41 | Racional | 7,06 | 7,67 | 8,60 | 9,64 | BSTC | Não atende | 0,43 | 9,85 | 16,41 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 7,71 | 8,39 | 9,40 | 10,54 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 88+15 | 0,46 | 1,25 | 271 | 21,68 | 11,81 | 0,33 | 180,22 | 195,99 | 219,63 | 246,13 | Racional | 7,60 | 8,26 | 9,26 | 10,38 | BSTC | Não atende | 1,53 | 4,97 | 4,97 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,21 | 8,93 | 10,01 | 11,22 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 92+10 | 0,51 | 1,36 | 284 | 20,88 | 12,67 | 0,33 | 175,29 | 190,63 | 213,63 | 239,40 | Racional | 8,19 | 8,91 | 9,99 | 11,19 | BSTC | Não atende | 1,53 | 5,36 | 5,36 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,77 | 9,53 | 10,68 | 11,97 | | | | | |
| 5 | Mangaraí | 122+0 | 49,24 | 15,76 | 553 | 3,51 | 260,48 | 0,24 | 28,05 | 30,51 | 34,19 | 38,32 | Racional Modificado | 62,37 | 67,83 | 76,02 | 85,19 | - | | | | |
| | | | | | | | | 43,40 | | | | | HEC-HMS | 46,20 | 60,60 | 85,00 | 116,10 | | | | | |

Tabela 20: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 11

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de calculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|-------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------------------------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | CN | 15 | 25 | 50 | 100 | | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | -30+0 | 1,26 | 0,88 | 143 | 16,25 | 16,21 | 0,23 | 157,86 | 171,68 | 192,39 | 215,59 | Racional | 12,71 | 13,82 | 15,49 | 17,36 | BSTC | Não atende | 2,42 | 6,30 | 5,25 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,42 | 13,50 | 15,13 | 16,96 | | | | | |
| 2 | Mangaraí | 19+5 | 0,19 | 0,43 | 125 | 29,07 | 10,00 | 0,23 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,33 | 2,53 | 2,84 | 3,18 | BSTC | Não atende | 0,16 | 5,82 | 14,55 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,75 | 2,99 | 3,35 | 3,75 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 91+5 | 0,20 | 0,83 | 183 | 22,05 | 10,00 | 0,15 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,60 | 1,74 | 1,95 | 2,18 | BSTC | Não atende | 0,42 | 2,28 | 3,80 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,88 | 2,04 | 2,29 | 2,56 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 105+0 | 17,40 | 14,49 | 583 | 4,02 | 173,86 | 0,24 | 37,44 | 40,72 | 45,63 | 51,13 | Racional Modificado | 32,64 | 35,50 | 39,78 | 44,58 | Ponte 10X3,0 | | | | |
| | | | | | | | | 42,36 | | | | | HEC-HMS | 25,50 | 31,80 | 42,80 | 55,20 | | | | | |

Tabela 21: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 12

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|--------|----------|-----------------------------|----------|--------|--------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------|-----------|------------------------|-----------------|---------------|-------|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) | |
| | | | | | | | | | CN | 15 | 25 | | 50 | 100 | 15 | 25 | | | | | | 50 |
| 1 | Mangaraí | 4+10 | 59,40 | 15,62 | 365 | 2,34 | 334,61 | 0,22 | 23,40 | 25,45 | 28,52 | 31,96 | Racional Modificado | 56,47 | 61,41 | 68,82 | 77,12 | Ponte | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 47,60 | 62,30 | 87,30 | 119,00 | 20X3 | | | | |
| 2 | Mangaraí | 22+0 | 0,01 | 0,12 | 33 | 27,50 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,18 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 29+10 | 0,01 | 0,10 | 32 | 32,00 | 10,00 | 0,26 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,14 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,30 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 55+15 | 1,64 | 1,92 | 289 | 15,05 | 23,28 | 0,22 | 132,72 | 144,34 | 161,75 | 181,26 | Racional | 13,30 | 14,47 | 16,21 | 18,17 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 12,66 | 13,77 | 15,43 | 17,29 | 5,0X3,0 | | | | |
| 5 | Mangaraí | 60+10 | 2,56 | 3,56 | 479 | 13,46 | 34,68 | 0,26 | 106,98 | 116,34 | 130,38 | 146,10 | Racional | 19,78 | 21,51 | 24,11 | 27,01 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 18,00 | 19,58 | 21,94 | 24,59 | 5,0X3,0 | | | | |
| 6 | Mangaraí | 72+5 | 0,19 | 0,17 | 201 | 118,24 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,02 | 2,20 | 2,47 | 2,76 | BSTC | Não atende | 0,03 | 14,76 | 73,81 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 2,39 | 2,60 | 2,91 | 3,26 | 0,20 | | | | |
| 7 | Mangaraí | 95+0 | 0,05 | 0,32 | 32 | 10,00 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,53 | 0,58 | 0,65 | 0,73 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,72 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | | | | | |
| 8 | Mangaraí | 97+17 | 0,07 | 0,54 | 212 | 39,26 | 10,00 | 0,15 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,56 | 0,61 | 0,68 | 0,76 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,73 | 0,79 | 0,89 | 1,00 | | | | | |
| 9 | Mangaraí | 100+0 | 0,04 | 0,24 | 41 | 17,08 | 10,00 | 0,23 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,49 | 0,53 | 0,60 | 0,67 | BSTC | Não atende | 0,03 | 3,57 | 17,87 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,68 | 0,74 | 0,82 | 0,92 | 0,20 | | | | |
| 10 | Mangaraí | 118+5 | 0,35 | 0,96 | 289 | 30,10 | 10,00 | 0,16 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 2,98 | 3,24 | 3,64 | 4,07 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 3,31 | 3,60 | 4,04 | 4,52 | | | | | |
| 11 | Mangaraí | 126+10 | 0,11 | 0,51 | 119 | 23,33 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,46 | 1,59 | 1,79 | 2,00 | BSTC | Não atende | 0,88 | 1,33 | 1,66 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,83 | 1,99 | 2,23 | 2,49 | 0,80 | | | | |
| 12 | Mangaraí | 164+5 | 3,12 | 2,52 | 342 | 13,57 | 32,42 | 0,25 | 111,13 | 120,86 | 135,44 | 151,78 | Racional | 24,08 | 26,19 | 29,35 | 32,89 | Pontilhão | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 21,49 | 23,37 | 26,19 | 29,35 | 7,0X3,0 | | | | |
| 13 | Mangaraí | 182+5 | 0,13 | 0,69 | 148 | 21,45 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,38 | 1,51 | 1,69 | 1,89 | BSTC | Não atende | 0,16 | 3,46 | 8,66 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,70 | 1,85 | 2,07 | 2,32 | 0,40 | | | | |
| 14 | Mangaraí | 244+0 | 0,92 | 1,23 | 226 | 18,37 | 15,40 | 0,22 | 161,48 | 175,62 | 196,80 | 220,54 | Racional | 9,08 | 9,87 | 11,06 | 12,40 | BSTC | Não atende | 2,42 | 4,50 | 3,75 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 9,15 | 9,96 | 11,16 | 12,50 | 1,20 | | | | |
| 15 | Mangaraí | 249+5 | 0,35 | 1,23 | 354 | 28,78 | 10,00 | 0,24 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 4,47 | 4,87 | 5,45 | 6,11 | BSTC | Não atende | 0,16 | 11,19 | 27,96 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 4,97 | 5,40 | 6,06 | 6,79 | 0,40 | | | | |
| 16 | Mangaraí | 255+10 | 0,32 | 322,00 | 78 | 0,02 | 10,00 | 0,26 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 4,43 | 4,82 | 5,40 | 6,05 | BSTC | Não atende | 0,16 | 11,08 | 27,70 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 4,97 | 5,40 | 6,05 | 6,78 | 0,40 | | | | |

Tabela 22: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 13

| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|-----------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|--------|--------|------------------------------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | | | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | 100 | | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 7+10 | 0,04 | 0,29 | 51 | 17,59 | 10,00 | 0,33 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,70 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,76 | 4,39 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,97 | 1,06 | 1,18 | 1,32 | | | | | |
| 2 | Mangaraí | 15+10 | 0,02 | 0,18 | 55 | 30,56 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,30 | 0,32 | 0,36 | 0,41 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,42 | 0,69 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,44 | 0,48 | 0,54 | 0,60 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 24+0 | 0,03 | 0,19 | 67 | 35,26 | 10,00 | 0,27 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,43 | 0,47 | 0,53 | 0,59 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,08 | 2,70 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,61 | 0,67 | 0,75 | 0,84 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 35+5 | 0,74 | 1,20 | 298 | 24,83 | 12,42 | 0,26 | 176,68 | 192,15 | 215,32 | 241,30 | Racional | 9,44 | 10,27 | 11,51 | 12,90 | BSTC | Não atende | 2,42 | 4,68 | 3,90 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 9,73 | 10,58 | 11,86 | 13,29 | | | | | |
| 5 | Mangaraí | 55+3 | 0,05 | 0,33 | 87 | 26,36 | 10,00 | 0,31 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,83 | 0,90 | 1,01 | 1,13 | - | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,11 | 1,21 | 1,36 | 1,52 | | | | | |
| 6 | Mangaraí | 83+10 | 70,62 | 20,64 | 666 | 3,23 | 330,50 | 0,22 | 23,61 | 25,68 | 28,78 | 32,25 | Racional Modificado | 66,58 | 72,41 | 81,14 | 90,93 | Pontilhão 7,0X3,0 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 57,70 | 75,40 | 105,50 | 143,70 | | | | | |
| 7 | Mangaraí | 92+15 | 0,23 | 0,52 | 145 | 27,88 | 10,00 | 0,30 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 4,26 | 4,63 | 5,19 | 5,81 | BSTC | Não atende | 1,53 | 2,78 | 2,78 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 0,44 | 0,48 | 0,54 | 0,60 | | | | | |
| 8 | Mangaraí | 103+15 | 0,06 | 0,32 | 81 | 25,31 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,18 | 1,29 | 1,44 | 1,62 | BSTC | Não atende | 0,08 | 4,43 | 14,78 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 1,57 | 1,70 | 1,91 | 2,14 | | | | | |
| 9 | Mangaraí | 151+15 | 0,24 | 0,84 | 145 | 17,26 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 3,58 | 3,89 | 4,36 | 4,89 | BSTC | Não atende | 0,16 | 8,95 | 22,37 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 4,13 | 4,49 | 5,03 | 5,64 | | | | | |
| 10 | Mangaraí | 162+5 | 1,53 | 2,18 | 261 | 11,97 | 26,50 | 0,23 | 124,06 | 134,93 | 151,20 | 169,44 | Racional | 12,13 | 13,19 | 14,78 | 16,56 | BSTC | Não atende | 0,16 | 29,06 | 72,64 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 11,62 | 12,64 | 14,16 | 15,87 | | | | | |
| 11 | Mangaraí | 187+0 | 0,31 | 1,19 | 171 | 14,37 | 12,53 | 0,34 | 176,06 | 191,47 | 214,57 | 240,45 | Racional | 5,15 | 5,61 | 6,28 | 7,04 | BSTC | Não atende | 0,16 | 12,89 | 32,22 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 5,80 | 6,30 | 7,06 | 7,91 | | | | | |
| 12 | Mangaraí | 193+5 | 4,26 | 3,79 | 427 | 11,27 | 44,61 | 0,27 | 92,29 | 100,37 | 112,47 | 126,04 | Racional Modificado | 25,51 | 27,74 | 31,09 | 34,84 | Pontilhão 7,0X3,0 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 11,20 | 14,70 | 20,60 | 28,10 | | | | | |

Tabela 23: Vazões das Bacias Calculadas para o trecho 14

| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | OAC Existente | | | | |
|-----------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------|--------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------|------------|------------------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | | | TR- anos | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (h/D) |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | 100 | | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | |
| 1 | Mangaraí | 11+15 | 4,14 | 3,02 | 177 | 5,86 | 55,67 | 0,27 | 80,53 | 87,58 | 98,15 | 109,99 | Racional Modificado | 21,69 | 23,59 | 26,44 | 29,63 | BSTC | Não atende | 1,53 | 14,18 | 14,18 |
| | | | | | | | | | | | | | HEC-HMS | 12,50 | 16,20 | 22,40 | 30,20 | | | | | |
| 2 | Mangaraí | 35+2 | 0,48 | 1,42 | 361 | 25,42 | 11,63 | 0,34 | 181,29 | 197,16 | 220,95 | 247,60 | Racional | 8,22 | 8,94 | 10,02 | 11,22 | BSTC | Não atende | 1,53 | 5,37 | 5,37 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 8,84 | 9,62 | 10,78 | 12,08 | | | | | |
| 3 | Mangaraí | 47+7 | 2,90 | 2,61 | 339 | 12,99 | 32,78 | 0,27 | 110,45 | 120,11 | 134,60 | 150,84 | Racional | 24,02 | 26,12 | 29,28 | 32,81 | BSTC | Não atende | 1,53 | 14,11 | 14,11 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 21,60 | 23,49 | 26,32 | 29,49 | | | | | |
| 4 | Mangaraí | 67+15 | 2,22 | 2,18 | 332 | 15,23 | 26,43 | 0,25 | 124,24 | 135,12 | 151,41 | 169,68 | Racional | 19,15 | 20,83 | 23,34 | 26,16 | BSTC | Não atende | 1,53 | 11,56 | 11,56 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 17,69 | 19,23 | 21,55 | 24,15 | | | | | |
| 5 | Mangaraí | 91+5 | 1,02 | 1,74 | 322 | 18,51 | 17,79 | 0,26 | 151,31 | 164,55 | 184,40 | 206,64 | Racional | 11,15 | 12,12 | 13,58 | 15,22 | BSTC | Não atende | 0,88 | 10,11 | 12,64 |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 11,12 | 12,10 | 13,56 | 15,19 | | | | | |

5.2 ESTUDOS GEOLÓGICOS

5.2.1 Introdução

O presente estudo foi desenvolvido seguindo as diretrizes da Instrução de Serviço *IS-202 – Estudos Geológicos* do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado das unidades geológicas e os aspectos das litologias constituintes da área em estudo.

5.2.2 Coleta e Pesquisa de dados

Com vistas a subsidiar os estudos geotécnicos de campo e em atendimento a IS-202 foi realizada, em escritório, uma busca bibliográfica de manuais técnicos, cartas, fotografias aéreas e mapas geológico, geomorfológico, pedológico e hidrogeológico. Além disso, foram feitas averiguações em campo a fim de complementar os estudos ora apresentados.

As informações relativas à vegetação, pedologia e geomorfologia foram obtidas junto ao IBGE, mais precisamente nas cartas de pedologia e geomorfologia do mapeamento RADAMBRASIL (1983). Já os dados de geologia e hidrogeologia foram retirados de manuais técnicos da CPRM. Informações sobre clima foram obtidas principalmente junto ao INCAPER e na Agência Nacional de Águas (ANA).

As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) e Ortofotos do Google em ambiente computacional.

5.2.3 Descrição Geológica da Região

5.2.3.1 Aspectos Pedológicos

O mapeamento da pedologia na área de estudo foi realizado a partir da revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:400.000 (EMBRAPA-SNLCS, 1978) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo por ser um trabalho mais recente e por ter sido elaborado em escala de 1:250.000 (depois impresso em 1:1.000.000), mais preciso, portanto, que o de escala 1:400.000. Além disso, suas informações se ajustam melhor às obtidas durante as visitas de campo.

Foram identificados os seguintes tipos de solo na área em estudo: Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Cambissolos, Neossolo Litólico, sendo que os Neossolos Litólicos são, via de regra, associados a afloramentos rochosos.

Os Latossolos Vermelho-Amarelo são solos profundos onde predominam óxidos de ferro e de alumínio em sua composição. São acentuadamente bem drenados, ocorrendo principalmente nos planaltos dissecados e locais de relevo suave (PARH-SANTA MARIA, 2010).

Os Latossolos Amarelos são solos desenvolvidos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares da formação Barreiras na região litorânea do Brasil ou nos baixos platôs da região

amazônica relacionados à Formação Alter-do-Chão, podendo também ocorrer fora destes ambientes quando atenderem aos requisitos de cor definidos pelo SiBCS. A cor amarelada é uniforme em profundidade, o mesmo ocorrendo com o teor de argila. A textura mais comum é a argilosa ou muito argilosa. Outro aspecto de campo refere-se à elevada coesão dos agregados estruturais (solos coesos).

Os Cambissolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, bem drenados, pouco profundos a profundos. Este tipo de solo apresenta restrições à exploração agrícola, pela ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis e fragmentos de rocha matriz no perfil (PARH-SANTA MARIA, 2010).

Os Neossolos Litólicos são solos minerais desenvolvidos sobre rochas. Tratam-se de solos rasos, que se desenvolvem em relevo forte ondulado a montanhoso e em muitos casos, com rochas expostas (OLIVEIRA, 2011), sendo localizados, via de regra, no entorno dos afloramentos.

5.2.3.2 Aspectos Geológicos

A partir de levantamentos de recursos naturais disponíveis na bibliografia consultada, foi possível caracterizar os aspectos geológicos da área de estudo. O arcabouço geológico da área de estudo é composto, segundo CPRM (2015), pelos grupos estratigráficos do Ortognaisse Jequitibá (NP3γ1Ijqt, NP3γ1Ijqgr), Ortognaisse Santa Tereza (NP3γ1Ist); Complexo Nova Venécia (NP3nv). Todas estas unidades compõem o domínio tectônico denominado Província Mantiqueira.

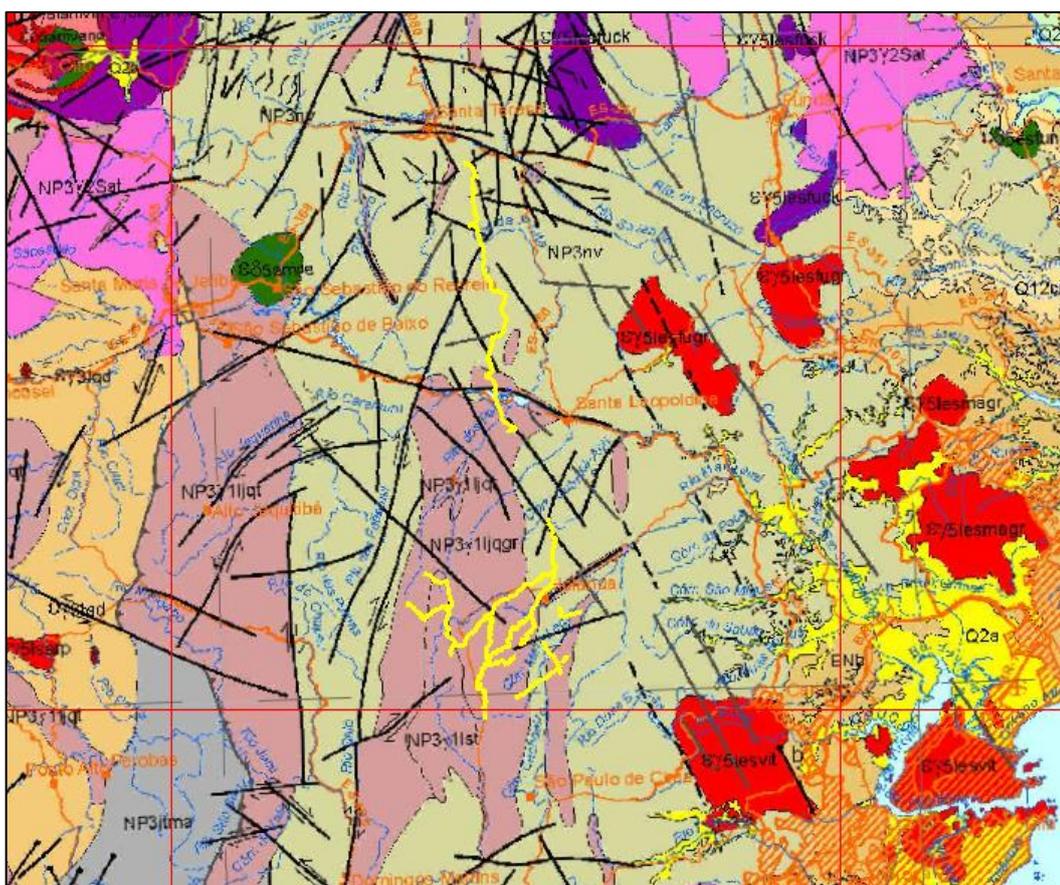


Figura 187 – Mapa Geológico dos trechos. Fonte: Recorte de CPRM (2015).

A área em estudo do trecho de ligação Santa Leopoldina e Santa Tereza é coberto, em grande parte, pela formação Complexo Nova Venécia (NP3nv) e os demais trechos são cobertos, em sua maioria, pelo Ortognaisse Jequitibá (NP3 γ 1Ijqt, NP3 γ 1Ijqgr)

Segundo CPRM (2015), o Complexo Nova Venécia (NP3nv) (Gradin et al., 2006, Pedrosa-Soares et al., 2006), é constituído de paragnaisses peraluminosos, rícos em biotita, cordierita, granada e/ou sillimanita, com intercalações de cordierita granulito e rocha calcissilicática. Este complexo representa a sedimentação pelítica em bacia de retroarco, e contém abundância de grãos detríticos de zircão datados entre 630 e 590 Ma (Noce et al., 2004). As idades dos zircões detríticos mais jovens e menos discordantes, datados por Noce et al. (2004), sugerem idade máxima de sedimentação de protolitos do Complexo Nova Venécia em 608 +/- 18 Ma (Pedrosa-Soares et al., 2007a). A idade mínima de ca. 575 Ma é dada pelas datações de fusões graníticas derivadas dos paragnaisses (Roncato, 2009). No mapa Geológico do Estado do Espírito Santo estes gnaisses ocorrem primeiramente na porção noroeste, nas proximidades da localidade de São Geraldo, depois torna a ocorrer mais a sudeste em Córrego da Penha, em Nova Venécia, cidade que lhe deu o nome, indo até Vila Valério e se estende continuamente desde a localidade de Morelli, para sul até a localidade de Alto Pongal, a oeste de Anchieta. Os primeiros levantamentos geológicos de cunho regional foram realizados por Silva & Ferrari (1976) que incluíram estas rochas na Associação Paraíba do Sul. Fontes et al. (1978) incluíram estas rochas no que denominaram de Complexo Gnáissico- Migmatítico da Associação Barbacena/Paraíba do Sul. Já Silva et al. (1987) incluíram-nas no Complexo Paraíba do Sul (do Proterozoico Superior) e parte do Complexo Procrane (do Proterozoico Inferior). Estes gnaisses encontram-se recobertos por sedimentos do Grupo Barreiras, aflorando em talvegues, como nas proximidades da localidade de Vinhático, Pinheiros, no norte deste estado. Variações composicionais cartografadas por Baltazar (2010) foram mantidas nesta integração geológica. São elas: NP3nvd, NP3nvm. O Mapa Geológico mostra granada-cordierita-sillimanita gnaisse, ocorrendo localmente fusões parciais, com geração de porções de granada granito.

Ainda de acordo com CPRM (2015), sob a designação do Ortognaisse Jequitibá (NP3 γ 1Ijqt, NP3 γ 1Ijqgr) estão individualizados dezessete corpos de ortognaisse de composição tonalítica e um corpo de composição granítica. Corpo de composição granítica - NP3 γ 1Ijqgr foi individualizado nas proximidades da localidade de Santa Leopoldina e possui uma forma alongada segundo a direção norte-sul. Nesta integração estamos adotando a denominação ortognaisse granítico de Vieira (1997), que enquadrou estas intrusivas na classificação γ 2b, representada por granulito quartzo-feldspáticos, granada-piroxênio granulito estratoides (com enclaves de quartzitos e calcissilicáticas), bem como ortognaises graníticos granatíferos, caracterizados como produtos de anatexia parcial dos gnaisses kinzigíticos do atualmente denominado Complexo Nova Venécia. Os ortognaises de composição tonalítica - NP3 γ 1Ijqt possuem variações para quartzo-diorítica e granodiorítica, raramente granítica ou quartzomonzodiorítica. Geralmente possuem cor cinza-clara a esbranquiçada, às vezes cinza-escura, granulação grosseira e são compostos de quartzo, feldspato, biotita, pouca granada e, localmente anfibólio. São descritos veios de quartzo, aplíticos e pegmatíticos, que cortam estas rochas ou preenchem faturas. Ao microscópio foram definidas as texturas alotriomórfica a hipidiomórfica, granoblástica, granonematoblástica a gnáissica, em que a foliação é definida pela disposição e orientação planar preferencial dos minerais máficos. São descritas texturas magmáticas preservadas, especialmente do tipo cumuláticas, e de cristais zonados de plagioclásio, indicando deformação no estado plástico.

Conforme CPRM (2015), sob denominação de Ortognaisse Santa Tereza (NP3 γ 1Ist) foram integrados 37 corpos de gnaisses enderbíticos - NP3 γ 1Ist que geralmente estão associados aos gnaisses

aluminosos e quartzosos do Complexo Nova Venécia, ortognaisses tonalíticos e como em alguns maciços intrusivos (Figura 3.60 e 3.69). Os enderbitos compõem-se de quartzo, feldspato, biotita, hiperstênio, subordinadamente anfibólio e granada. Possuem granulação média a grossa, geralmente possuem foliação incipiente bem pronunciada e cor cinza-escura, esverdeada e amarelada quando alterada. Ao microscópio essas rochas compõem-se de plagioclásio de composição andesina-oligoclásio, ocorrendo em cristais xenoblásticos a tabulares, raramente antipertítico. O quartzo é geralmente xenoblástico e possui extinção ondulante. A biotita ocorre em palhetas marromavermelhadas e encontra-se predominantemente orientadas. O piroxênio é de composição hiperstênio ocorrendo com pleocroísmo róseo, irregulares e prismáticos. O anfibólio é produto de alteração do piroxênio. A granada de composição almandina, possui pleocroísmo róseo e possui hábitos ovalados a arredondados. A mineralogia acessória é composta de zircão, apatita e opacos. Os minerais secundários são o carbonato, clorita, sericita e argilominerais.

5.2.4 Conclusões e Recomendações

Não há recomendações específicas para a execução de **cortes e aterros em zonas de instabilidade** e/ou **aterros em solos compressíveis** tendo em vista a inexistência de solos instáveis e/ou compressíveis na área de abrangência do presente estudo.

5.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

O presente estudo foi desenvolvido tomando como premissa as diretrizes da Instrução de Serviço **IS-206 – Estudos Geotécnicos** do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado dos materiais que compõem o subleito, bem como dos disponíveis nas imediações (solo, areia e brita) para serem empregados como insumos durante a execução da obra.

5.3.1 Estudo do Subleito

Nas visitas *in-loco* realizadas por esta Consultora, constatou-se por meio da análise tátil visual, a presença de argilas arenosas em praticamente toda a extensão dos trechos em estudo.

Os segmentos nos quais existe material de 3ª categoria foram identificados no Projeto de Terraplanagem. Não foi observada a presença de solos moles ou saturados.

5.3.2 Estudo de Ocorrências de Materiais

A investigação geotécnica teve como objetivo cadastrar e caracterizar as possíveis fontes dos insumos necessários para a execução das obras de pavimentação, drenagem, terraplenagem, obras-de-arte especiais, etc.

Os *Croquis* de Localização das Ocorrências de Materiais estão apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

5.3.2.1 Empréstimos

Durante as pesquisas de campo foram identificados diversos locais às margens das estradas existentes com potencial quantitativo e qualitativo para atender às obras de terraplenagem e pavimentação dos trechos em questão.

Os referidos locais estão identificados no Projeto de Terraplenagem.

5.3.2.2 Pedreiras

A fim de suprir a demanda de materiais britados a serem empregados nas obras, a Consultora selecionou a pedreira comercial mais próxima dos trechos em estudo, a saber:

- P-01 – Pedreira Brasitália.

Conforme os *croquis* de localização apresentados no **Volume 2**, a pedreira P-01 localiza-se no município de Cariacica, a aproximadamente 24,60 km do Canteiro de Obras.

A pedreira P-01 é uma ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração e britagem de pedra, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

5.3.2.3 *Áreas*

No decorrer das investigações de campo foi identificado 1 areal comercial passível de indicação como fornecedores de areia para as obras do empreendimento, a saber:

- A-01 – Areal Mirella Machado.

Conforme os *croquis* de localização apresentados no **Volume 2**, o areal A-01 localiza-se no município de Viana/ES, a aproximadamente 47,60 km do Canteiro de Obras.

O areal A-01 é uma ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração de areia, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

5.3.2.4 *Bota-foras*

Durante a investigação de campo foi identificada 1 área particular às margens da ES-080 que apresenta características técnicas e ambientais favoráveis à sua utilização como bota-foras durante a execução das obras, a saber:

Tabela 24 – Bota-fora.

| Informações gerais | | Localização | | | Dimensões aproximadas | |
|--------------------|--------------|-------------|-----------|---------|-----------------------|-------------|
| Código | Proprietário | Rodovia | Norte | Este | Área (ha) | Volume (m³) |
| BF-01 | Dival Kruger | ES-080 | 7.772.280 | 350.000 | 2,30 | 45.000,00 |

Conforme os *croquis* de localização apresentados no **Volume 2**, o areal BF-01 localiza-se no município de Santa Leopoldina, ao lado do Canteiro de Obras.

5.3.2.5 *Canteiro de Obras*

A Consultora identificou 1 área particular às margens da ES-080 que apresenta características técnicas e ambientais favoráveis à sua utilização como canteiro de obras durante a execução dos serviços de pavimentação e drenagem, a saber:

Tabela 25 – Canteiro de Obras.

| Informações gerais | | Localização | | | Dimensões aproximadas | | |
|--------------------|--------------|-------------|-----------|---------|-----------------------|-------------|-----------|
| Código | Proprietário | Rodovia | Norte | Este | Extensão (m) | Largura (m) | Área (m²) |
| CA-01 | Dival Kruger | ES-080 | 7.772.476 | 349.925 | 50 | 50 | 2.500 |

5.3.3 *Apresentação*

Os *Croquis de Localização das Ocorrências de Materiais* foram apresentados no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

5.4 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

5.4.1 Introdução

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido a partir de informações coletadas em visitas técnicas realizadas *in-loco* atreladas aos Estudos Preliminares, bem como aos Projetos de Pavimentação e Drenagem.

A concepção do Projeto de Terraplenagem consistiu basicamente na indicação de correções pontuais no greide existente, que foram avaliadas em visitas *in-loco*, a fim de propiciar o melhor funcionamento dos dispositivos de drenagem que serão implantados.

5.4.2 Considerações Gerais

5.4.2.1 Declividade dos Taludes

Foram adotadas para os taludes de corte e aterros as seguintes inclinações:

- **Taludes de Corte:** $h = 2,0 / v = 3,0$ (perímetros rurais e urbanos)
- **Taludes de Aterro:** $h = 3,0 / v = 2,0$ (perímetros rurais e urbanos)

Ressalta-se ainda que, os valores ora estabelecidos estão em consonância com as orientações dispostas no *Manual de Implantação Básica de Rodovia*, publicação IPR-742 do DNIT.

5.4.2.2 Fator de Empolamento

O fator de empolamento adotado para o presente projeto é igual a:

$$FE = 1,30 \text{ (30\%)}$$

5.4.2.3 Substituição do Subleito

Os segmentos em que os materiais do subleito apresentaram $ISC < ISC_{projeto}$ e/ou expansão $> 2,0\%$ deverão ser substituídos por materiais com características superiores.

5.4.2.4 Rebaixo em Rocha

Os locais de rebaixamento em rocha foram definidos a partir de observações em visitas técnicas realizadas *in-loco*. Para efeito de cálculo de quantidades para o volume de material de 3ª categoria, adotou-se 5% do volume de material de 1ª categoria escavado.

5.4.3 Cálculo de Cubação do Movimento de Terra

Os volumes de terraplenagem dos segmentos em que há necessidade de correções altimétricas e dos passivos ambientais que serão tratados, foram estimados a partir das dimensões

verificadas em visitas *in-loco* (extensão, largura e altura), tendo em consideração as declividades dos taludes mencionadas anteriormente.

5.4.4 Determinação dos locais de empréstimos e bota-fora

A determinação dos locais de empréstimos e bota-fora foram realizadas nos Estudos Geotécnicos, apresentados neste volume.

5.4.5 Distâncias de Transporte e Distribuição de Massas

Os cortes são segmentos viários cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo do eixo e/ou no interior dos limites das seções do projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal. Eles são classificados em material de 1ª, 2ª e 3ª categoria.

Os aterros referem-se aos segmentos viários cuja implantação requer depósito de materiais provenientes de cortes e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal.

Os Quadros de Distâncias de Transportes e de Distribuição de Massas foram elaborado em função dos cortes e aterros previstos em projeto, bem como na localização das ocorrências (empréstimos e bota-fora) indicados nos Estudos Geotécnicos.

5.4.6 Apresentação

Apresenta-se os Quadros de DMT e de Distribuição de Massas no *Volume 2 – Projeto de Execução*.

5.5 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

5.5.1 Introdução

O presente projeto contempla a implantação de pavimentos novos em 15 trechos rurais localizados no município de Santa Tereza/ES, com extensão total de aproximadamente 73 km.

Para elaboração do presente projeto foram avaliadas as características do material de subleito, as ocorrências de materiais naturais disponíveis na região (solo, brita, areia), de forma a conceber, de maneira mais econômica possível, uma estrutura apta a resistir aos esforços impostos pelo tráfego atuante, bem como às intempéries.

O Projeto de Pavimentação consistiu inicialmente, na determinação das dimensões, especificações técnicas e materiais que irão compor as camadas de revestimento e base da estrutura projetada.

Ao final foram calculadas as quantidades referentes às operações necessárias para implantação/restauração do pavimento e também dadas as orientações à execução dos serviços através da indicação das Especificações de Serviço, e apresentação das mesmas quando forem particulares.

5.5.2 Considerações a respeito do subleito

Nas visitas *in-loco* realizadas por esta Consultora, constatou-se por meio da análise tátil visual, a presença de argilas arenosas em praticamente toda a extensão dos trechos em estudo.

Os segmentos nos quais existe material de 3ª categoria foram identificados no Projeto de Terraplanagem. Não foi observada a presença de solos moles ou saturados.

5.5.3 Materiais previstos para a base

A camada de base será composta pela mistura de solo-brita, considerando o percentual em peso de 50% de brita graduada simples da pedra P-01 e 50% de argila disponível na pista e/ou proveniente dos cortes realizados no tratamento dos passivos ambientais.

A referida mistura será realizada na própria pista e deve ser isenta de material orgânico.

A execução da camada de base deve atender todas as exigências e recomendações técnicas dispostas na Especificação de Serviços **DNIT 141/2010-ES – Base estabilizada granulometricamente**.

5.5.4 Materiais previstos para a Imprimação

O insumo e a taxa de aplicação do asfalto diluído que será utilizado nos serviços de imprimação foram determinados em função da Especificação de Serviço **DNIT 144/2014-ES – Imprimação com ligante asfáltico convencional**, a saber:

- CM-30 à taxa de aplicação de 1,20 l/m².

5.5.5 Materiais previstos para o revestimento

O presente projeto prevê a implantação de pavimentos com revestimento em Revsol, Tratamento Superficial Duplo e Bloco de Concreto em toda a largura da plataforma existente, a saber:

- Nos segmentos com maior erosão optou-se por utilizar a **mistura do Revsol** (coproduto obtido por meio do beneficiamento da escória de aciaria) com o **solo argiloso** disponível na pista e/ou proveniente dos cortes realizados no tratamento dos passivos ambientais. O percentual dos insumos na referida mistura corresponde, em peso, a 50% de Revsol e 50% de solo.

A referida mistura será realizada na própria pista e deve ser isenta de material orgânico.

Essa solução foi proposta a fim de proteger do leito estradal, evitando as erosões, além de diminuir a lama em períodos chuvosos e a poeira gerada em períodos mais secos.

- Nos segmentos em que foram observados *in-loco* maiores volumes de tráfego, optou-se pelo revestimento asfáltico denominado **Tratamento Superficial Duplo (TSD)**.
- Nos locais onde foram constatadas aglomerações urbanas e nos segmentos com maior declividade foi previsto a diferenciação do tipo de pavimento com a utilização de revestimento em **bloco intertravado de concreto**. O referido revestimento foi indicado nos perímetros urbanos a fim de contribuir para o aumento da segurança viária dos usuários das vias e moradores dos distritos. Já nos segmentos em aclave/declive acentuados teve como objetivo evitar o deslizamento do pavimento tendo em vista as características dos blocos quanto a resistência aos esforços solícitos a esse tipo de local, além de ajudar na própria drenagem da água.

5.5.5.1 Considerações a respeito do Revsol

De acordo com a ArcelorMittal, o Revsol é um coproduto é obtido por meio do beneficiamento da Escória de Aciaria em planta de britagem, peneiramento e retirada da fração metálica.



Figura 188 – Estrada rural com revestimento primário do tipo Revsol.

Devido a hidraulicidade, as escórias apresentam propriedades cimentantes, que as tornam interessantes para essa aplicação pela qualidade final do revestimento, sendo uma opção tecnicamente superior e economicamente mais vantajosa, quando se trata de revestimento primário. A alta resistência mecânica, associada a um desgaste reduzido, quando comparado com outros materiais, oferecem um revestimento eficiente e de baixo custo de manutenção ao longo do tempo.

Na granulometria de 0 a 19 mm sua principal aplicação é como revestimento primário de vias, pátios e aterros. Já na granulometria de 19 a 32 mm o Revsol é um excelente material para cascalhamento de pátios para veículos, solucionando problemas com barro em períodos chuvosos ou diminuindo a poeira gerada em períodos mais secos.

Uma importante vantagem do Revsol é sua capacidade de desenvolver propriedades cimentícias em contato com a água. Isso proporciona maior resistência ao tráfego, boas condições de uso em diferentes condições climáticas e, conseqüentemente, maior durabilidade das vias ou pátios.

O revestimento primário executado com Revsol de 0 a 19 mm misturado à argila e seguindo as técnicas de pavimentação com a energia de compactação adequada e na umidade ótima, poderá se tornar uma excelente base para pavimentação com revestimento asfáltico ou blocos de concreto intertravados, após aproximadamente um ano e com confirmação de resultados de testes em laboratório de amostras coletadas em campo, respeitados o dimensionamento e demais características das camadas previstas em projeto.

É vedada a construção de edificação sobre este material. Qualquer aplicação confinada só poderá ser feita se houver Especificação de Engenharia Especializada que o permita através de análises de expansão do material e da aplicação pretendida.

5.5.5.2 Considerações a respeito de Tratamentos Superficiais

Os chamados tratamentos superficiais consistem em aplicação de ligantes asfálticos e agregados sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes.

Define Larsen (1985):

“Tratamento superficial por penetração: revestimento flexível de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples ou múltipla. O tratamento simples inicia-se, obrigatoriamente, pela aplicação única do ligante, que será coberto logo em seguida por uma única camada de agregado. O ligante penetra de baixo para cima no agregado (penetração ‘invertida’). O tratamento múltiplo inicia-se em todos os casos pela aplicação do ligante que penetra de baixo para cima na primeira camada de agregado, enquanto a penetração das seguintes camadas de ligante é tanto ‘invertida’ como ‘direta’. A espessura acabada é da ordem de 5 a 20mm.”

As principais funções do tratamento superficial são:

- proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste;
- impermeabilizar o pavimento e proteger a infra-estrutura do pavimento;
- proporcionar um revestimento antiderrapante;

- proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infra-estrutura.

Devido à sua pequena espessura, o tratamento superficial não aumenta substancialmente a resistência estrutural do pavimento e não corrige irregularidades (longitudinais ou transversais) da pista caso seja aplicado em superfície com esses defeitos.

De acordo com o número de camadas sucessivas de ligantes e agregados, podem ser:

- TSS – tratamento superficial simples;
- TSD – tratamento superficial duplo;
- TST – tratamento superficial triplo.

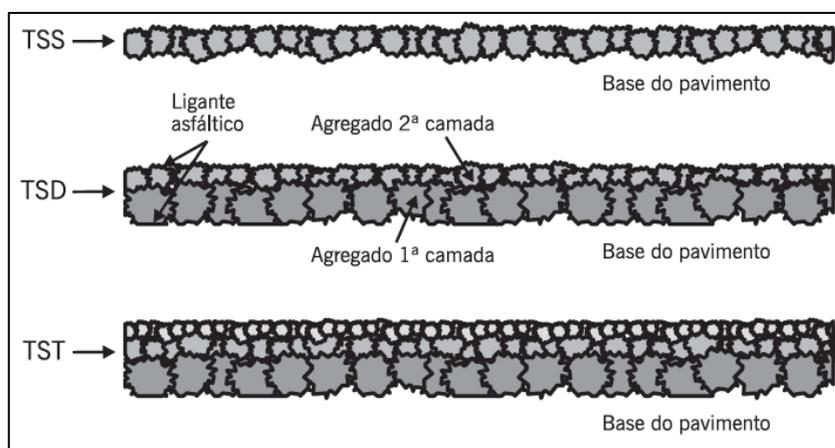


Figura 189 – Esquema de tratamentos superficiais (Santos, 2003).

O tratamento superficial duplo (TSD), revestimento adotado no presente projeto, é caracterizado como econômico (quando comparado a outros revestimentos asfálticos ou de concreto), de baixo consumo de material primário e energia e de execução rápida, prestando-se a amplas condições de uso, desde o tráfego leve em rodovias secundárias até o trânsito pesado e de alta velocidade. É um revestimento flexível de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado. Este tipo de capa, além de impermeabilizar o pavimento e proteger a infraestrutura do pavimento, proporciona um revestimento anti-derrapante.

5.5.5.3 Considerações a respeito de blocos de concreto

No que tange ao aspecto técnico, o pavimento com revestimento em blocos pré-moldados de concreto apresenta as seguintes vantagens:

Simplicidade: Os bloquetes são facilmente assentados sobre uma camada de areia ou pó de pedra, sem necessidade de ferramentas diferenciadas, máquinas ou mão de obra especializada.

Resistência: Os pisos intertravados são resistentes ao tráfego de pessoas e veículos. Sua resistência é medida em MPa (Mega Pascal). Cada tipo de tráfego requer uma resistência específica.

Durabilidade: Os bloquetes tem grande durabilidade. Sua característica estrutural permanece inalterada por muitos anos.

Utilização Imediata do Pavimento: Após o assentamento do piso intertravado, o tráfego pode ser liberado imediatamente, não necessitando de qualquer tempo de secagem, cura do material ou qualquer acabamento superficial.

Facilidade de execução: O assentamento dos bloquetes pode ser feito com mão de obra local, valorizando os recursos humanos de sua região.

Homogeneidade: O processo construtivo garante a homogeneidade de cor, tamanho e textura de seus pisos intertravados.

Estética: Os pisos intertravados com suas variadas formas, dimensões, cores e texturas podem criar composições personalizadas de rara beleza. Podem ser utilizados para ornamentação e sinalização dos mais variados tipos de obras.

Conforto Térmico: A coloração mais clara e homogênea dos bloquetes/piso intertravado, em relação aos outros produtos mais escuros, reduz significativamente a absorção de calor pela superfície do pavimento, melhorando em muito o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos grandes centros urbanos, tornando sua aplicação ecologicamente correta.

Economia de Energia Elétrica: Os pisos intertravados, por sua coloração clara e fino acabamento, refletem a luz cerca de 30% a mais que outros tipos de pavimentos, gerando uma economia de até 60% na iluminação pública.

Segurança: Os bloquetes/pisos intertravados com suas superfícies antiderrapantes, mesmo sob chuva, não são escorregadios, aumentando a segurança, principalmente nos aclives, declives e curvas, do tráfego de veículos e pedestres.

Não Impermeabiliza o Solo: Os pisos intertravados, por serem assentados sobre pó de pedra ou areia, permitem a passagem da água da chuva, não impermeabilizando o solo e contribuindo para o controle das enchentes. Este fator o torna um produto ecologicamente correto.

Reutilização do Produto: Os bloquetes, após seu assentamento, podem ser retirados e reaproveitados em outra obra ou local com 100% de aproveitamento das peças.

Facilidade de Manutenção: O piso intertravado, após longo tempo de uso, pode ser removido total ou parcialmente com grande facilidade, sendo aproveitado no mesmo local ou em outra obra. Isto facilita a manutenção de canalizações subterrâneas e correção do leito trafegável.

5.5.6 Constituição final das camadas de pavimento

As estruturas dos pavimentos novos serão constituídas da seguinte maneira:

Solução de Pavimentação 01: Reg. + Revestimento em Revsol50%-Argila50%

- Revestimento primário em mistura 50% de Revsol (ARCELOR MITAL - Vitória/ES) com 50% de solo argiloso (trecho) em peso, com espessura de 15,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 114/2009-ES e DNIT 115/2009-ES;
- Imprimação com a utilização de CM-30 (REDUC – Duque de Caxias/RJ) à taxa de aplicação de 1,2 ℓ/m^2 , atendendo a especificação DNIT 144/2014-ES;
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente ao do Proctor Intermediário (26 golpes), com espessura de 20,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 137/2010-ES.

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 01 | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m²) |
| INICIAL | FINAL | | | |
| TRECHO 02 | | | | |
| 0 + 0,00 | 9 + 0,00 | 180,00 | 7,50 | 1.350,00 |
| 10 + 0,00 | 15 + 0,00 | 100,00 | 6,00 | 600,00 |
| 16 + 0,00 | 20 + 0,00 | 80,00 | 6,50 | 520,00 |
| 71 + 0,00 | 90 + 0,00 | 380,00 | 6,00 | 2.280,00 |
| 90 + 0,00 | 190 + 0,00 | 2.000,00 | 5,50 | 11.000,00 |
| 191 + 0,00 | 235 + 0,00 | 880,00 | 6,00 | 5.280,00 |
| 236 + 0,00 | 250 + 0,00 | 280,00 | 5,50 | 1.540,00 |
| 266 + 0,00 | 274 + 0,00 | 160,00 | 5,50 | 880,00 |
| 288 + 0,00 | 325 + 0,00 | 740,00 | 5,50 | 4.070,00 |
| 326 + 0,00 | 335 + 0,00 | 180,00 | 6,00 | 1.080,00 |
| 336 + 0,00 | 366 + 0,00 | 600,00 | 5,50 | 3.300,00 |
| TRECHO 03 | | | | |
| 0 + 0,00 | | | | 146,63 |
| 1 + 0,00 | 32 + 0,00 | 620,00 | 5,50 | 3.410,00 |
| 32 + 0,00 | 60 + 0,00 | 560,00 | 5,50 | 3.080,00 |
| 60 + 0,00 | 155 + 15,00 | 1.915,00 | 5,50 | 10.532,50 |
| 155 + 15,00 | | | | 231,30 |
| TRECHO 04 | | | | |
| 0 + 0,00 | 410 + 4,00 | 8.204,00 | 5,50 | 45.122,00 |
| TRECHO 05 | | | | |
| 0 + 10,00 | 11 + 5,00 | 215,00 | 4,00 | 860,00 |
| 11 + 5,00 | 14 + 5,00 | 60,00 | 5,00 | 300,00 |
| 14 + 5,00 | 18 + 5,00 | 80,00 | 6,00 | 480,00 |
| 18 + 5,00 | 29 + 15,00 | 230,00 | 5,00 | 1.150,00 |
| 29 + 15,00 | 35 + 0,00 | 105,00 | 3,00 | 315,00 |
| 69 + 0,00 | 79 + 0,00 | 200,00 | 6,00 | 1.200,00 |
| 79 + 0,00 | 92 + 15,00 | 275,00 | 5,00 | 1.375,00 |
| 104 + 0,00 | 108 + 0,00 | 80,00 | 4,00 | 320,00 |
| 108 + 0,00 | 122 + 0,00 | 280,00 | 5,00 | 1.400,00 |
| 122 + 0,00 | 122 + 17,00 | 17,00 | 7,00 | 119,00 |
| TRECHO 06 | | | | |
| 44 + 10,00 | 66 + 0,00 | 430,00 | 4,00 | 1.720,00 |
| 71 + 10,00 | 74 + 15,00 | 65,00 | 5,00 | 325,00 |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 01 | | | | | | | | |
|----------------------------|---|-------|-----------------|----------------|---------------------------|--------|------|----------|
| ESTACA | | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) | | | |
| INICIAL | | FINAL | | | | | | |
| 74 | + | 15,00 | 77 | + | 10,00 | 55,00 | 4,00 | 220,00 |
| 77 | + | 10,00 | 94 | + | 0,00 | 330,00 | 5,00 | 1.650,00 |
| 94 | + | 0,00 | 106 | + | 0,00 | 240,00 | 6,00 | 1.440,00 |
| 106 | + | 0,00 | 120 | + | 15,00 | 295,00 | 4,00 | 1.180,00 |
| 120 | + | 15,00 | 124 | + | 5,00 | 70,00 | 7,00 | 490,00 |
| 124 | + | 5,00 | 128 | + | 0,00 | 75,00 | 6,00 | 450,00 |
| 161 | + | 0,00 | 168 | + | 0,00 | 140,00 | 3,00 | 420,00 |
| 168 | + | 0,00 | 176 | + | 5,00 | 165,00 | 5,00 | 825,00 |
| 176 | + | 5,00 | 190 | + | 5,00 | 280,00 | 4,00 | 1.120,00 |
| 190 | + | 5,00 | 205 | + | 0,00 | 295,00 | 5,00 | 1.475,00 |
| 205 | + | 0,00 | 215 | + | 15,00 | 215,00 | 4,00 | 860,00 |
| 215 | + | 15,00 | 219 | + | 0,00 | 65,00 | 6,00 | 390,00 |
| 219 | + | 0,00 | 226 | + | 0,00 | 140,00 | 5,00 | 700,00 |
| 226 | + | 0,00 | 231 | + | 15,00 | 115,00 | 4,00 | 460,00 |
| 231 | + | 15,00 | 242 | + | 4,00 | 209,00 | 5,00 | 1.045,00 |
| TRECHO 07 | | | | | | | | |
| 10 | + | 15,00 | 21 | + | 10,00 | 215,00 | 4,00 | 860,00 |
| 21 | + | 10,00 | 23 | + | 0,00 | 30,00 | 3,00 | 90,00 |
| 23 | + | 0,00 | 25 | + | 10,00 | 50,00 | 5,00 | 250,00 |
| 25 | + | 10,00 | 58 | + | 10,00 | 660,00 | 4,00 | 2.640,00 |
| 58 | + | 10,00 | 61 | + | 0,00 | 50,00 | 7,00 | 350,00 |
| 61 | + | 0,00 | 64 | + | 5,00 | 65,00 | 4,00 | 260,00 |
| 96 | + | 15,00 | 103 | + | 15,00 | 140,00 | 3,00 | 420,00 |
| 103 | + | 15,00 | 109 | + | 15,00 | 120,00 | 4,00 | 480,00 |
| 109 | + | 15,00 | 112 | + | 15,00 | 60,00 | 3,00 | 180,00 |
| 112 | + | 15,00 | 121 | + | 0,00 | 165,00 | 4,00 | 660,00 |
| 121 | + | 0,00 | 126 | + | 0,00 | 100,00 | 3,00 | 300,00 |
| 126 | + | 0,00 | 135 | + | 0,00 | 180,00 | 4,00 | 720,00 |
| 135 | + | 0,00 | 138 | + | 10,00 | 70,00 | 3,00 | 210,00 |
| 138 | + | 10,00 | 150 | + | 5,00 | 235,00 | 4,00 | 940,00 |
| 150 | + | 5,00 | 151 | + | 0,00 | 15,00 | 6,00 | 90,00 |
| 162 | + | 5,00 | 164 | + | 0,00 | 35,00 | 4,00 | 140,00 |
| 164 | + | 0,00 | 167 | + | 10,00 | 70,00 | 5,00 | 350,00 |
| 167 | + | 10,00 | 168 | + | 10,00 | 20,00 | 4,00 | 80,00 |
| 173 | + | 5,00 | 177 | + | 0,00 | 75,00 | 4,00 | 300,00 |
| 177 | + | 0,00 | 178 | + | 5,00 | 25,00 | 5,00 | 125,00 |
| 178 | + | 5,00 | 187 | + | 15,00 | 190,00 | 4,00 | 760,00 |
| 187 | + | 15,00 | 189 | + | 15,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 |
| 189 | + | 15,00 | 196 | + | 10,00 | 135,00 | 3,00 | 405,00 |
| 196 | + | 10,00 | 201 | + | 10,00 | 100,00 | 4,00 | 400,00 |
| 201 | + | 10,00 | 205 | + | 0,00 | 70,00 | 6,00 | 420,00 |
| 205 | + | 0,00 | 212 | + | 5,00 | 145,00 | 3,00 | 435,00 |
| 212 | + | 5,00 | 217 | + | 15,00 | 110,00 | 5,00 | 550,00 |
| 217 | + | 15,00 | 221 | + | 5,00 | 70,00 | 3,00 | 210,00 |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 01 | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------------------------|------------------------|---------------------------------|--------|-------|----------|
| ESTACA | | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m²) | | | |
| INICIAL | FINAL | | | | | | | |
| 221 | + | 5,00 | 226 | + | 0,00 | 95,00 | 4,00 | 380,00 |
| 226 | + | 0,00 | 232 | + | 0,00 | 120,00 | 3,00 | 360,00 |
| 232 | + | 0,00 | 245 | + | 0,00 | 260,00 | 5,00 | 1.300,00 |
| 245 | + | 0,00 | 249 | + | 15,00 | 95,00 | 6,00 | 570,00 |
| 249 | + | 15,00 | 252 | + | 15,00 | 60,00 | 5,00 | 300,00 |
| 252 | + | 15,00 | 258 | + | 10,00 | 115,00 | 4,00 | 460,00 |
| 269 | + | 15,00 | 273 | + | 0,00 | 65,00 | 4,00 | 260,00 |
| 273 | + | 0,00 | 274 | + | 10,00 | 30,00 | 5,00 | 150,00 |
| 274 | + | 10,00 | 289 | + | 8,00 | 298,00 | 4,00 | 1.192,00 |
| TRECHO 08 | | | | | | | | |
| 0 | + | 0,00 | 11 | + | 10,00 | 230,00 | 5,00 | 1.150,00 |
| 11 | + | 10,00 | 22 | + | 10,00 | 220,00 | 6,00 | 1.320,00 |
| 22 | + | 10,00 | 29 | + | 7,00 | 137,00 | 5,00 | 685,00 |
| TRECHO 09 | | | | | | | | |
| 0 | + | 0,00 | 5 | + | 15,00 | 115,00 | 5,00 | 575,00 |
| 5 | + | 15,00 | 9 | + | 18,00 | 83,00 | 10,00 | 830,00 |
| 9 | + | 18,00 | 12 | + | 10,00 | 52,00 | 5,00 | 260,00 |
| 12 | + | 10,00 | 20 | + | 0,00 | 150,00 | 6,00 | 900,00 |
| 20 | + | 0,00 | 24 | + | 10,00 | 90,00 | 4,00 | 360,00 |
| 24 | + | 10,00 | 29 | + | 16,00 | 106,00 | 5,00 | 530,00 |
| TRECHO 10 | | | | | | | | |
| 22 | + | 10,00 | 32 | + | 0,00 | 190,00 | 5,00 | 950,00 |
| 79 | + | 10,00 | 82 | + | 10,00 | 60,00 | 3,00 | 180,00 |
| 82 | + | 10,00 | 85 | + | 15,00 | 65,00 | 6,00 | 390,00 |
| 85 | + | 15,00 | 88 | + | 0,00 | 45,00 | 4,00 | 180,00 |
| 99 | + | 15,00 | 115 | + | 15,00 | 320,00 | 5,00 | 1.600,00 |
| TRECHO 11 | | | | | | | | |
| 0 | + | 0,00 | 4 | + | 5,00 | 85,00 | 6,00 | 510,00 |
| 4 | + | 5,00 | 9 | + | 5,00 | 100,00 | 5,00 | 500,00 |
| 9 | + | 5,00 | 17 | + | 5,00 | 160,00 | 4,00 | 640,00 |
| 17 | + | 5,00 | 23 | + | 5,00 | 120,00 | 6,00 | 720,00 |
| 23 | + | 5,00 | 34 | + | 0,00 | 215,00 | 5,00 | 1.075,00 |
| 34 | + | 0,00 | 38 | + | 0,00 | 80,00 | 6,00 | 480,00 |
| 38 | + | 0,00 | 41 | + | 5,00 | 65,00 | 4,00 | 260,00 |
| 41 | + | 5,00 | 46 | + | 0,00 | 95,00 | 6,00 | 570,00 |
| 65 | + | 5,00 | 71 | + | 15,00 | 130,00 | 4,00 | 520,00 |
| 71 | + | 15,00 | 76 | + | 5,00 | 90,00 | 6,00 | 540,00 |
| 76 | + | 5,00 | 78 | + | 5,00 | 40,00 | 4,00 | 160,00 |
| 78 | + | 5,00 | 80 | + | 5,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 |
| 80 | + | 5,00 | 84 | + | 0,00 | 75,00 | 7,00 | 525,00 |
| 84 | + | 0,00 | 88 | + | 10,00 | 90,00 | 4,00 | 360,00 |
| 88 | + | 10,00 | 91 | + | 0,00 | 50,00 | 6,00 | 300,00 |
| 91 | + | 0,00 | 99 | + | 10,00 | 170,00 | 5,00 | 850,00 |
| TRECHO 14 | | | | | | | | |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 01 | | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|--|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) | |
| INICIAL | FINAL | | | | |
| 0 + 0,00 | 74 + 0,00 | 1.480,00 | 5,00 | 7.400,00 | |
| 74 + 0,00 | 92 + 5,00 | 365,00 | 6,00 | 2.190,00 | |
| 92 + 5,00 | 95 + 0,00 | 55,00 | 9,00 | 495,00 | |
| 95 + 0,00 | 97 + 0,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 | |
| 115 + 0,00 | 135 + 0,00 | 400,00 | 6,00 | 2.400,00 | |
| 145 + 5,00 | 158 + 18,00 | 273,00 | 6,00 | 1.638,00 | |

Solução de Pavimentação 02: Reg. do Subleito + Base em solo50%-brita50% + TSD

- Revestimento em Tratamento Superficial Duplo com capa selante (TSD), com a utilização de brita (P-01) e de RR-2C (REDUC – Duque de Caxias/ES) à taxa de aplicação de 3,5 ℓ/m^2 e 0,03 t/m² de brita (P-01) atendendo a especificação DNIT 147/2012;
- Imprimação com a utilização de CM-30 (REDUC – Duque de Caxias/RJ) à taxa de aplicação de 1,2 ℓ/m^2 , atendendo a especificação DNIT 144/2014-ES;
- Base estabilizada granulometricamente em mistura de 50% de solo argiloso (trecho) e 50% de brita graduada (P-01) em peso, com espessura de 15,0 cm e energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente ao do Proctor Intermediário (26 golpes), com espessura de 20,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 137/2010-ES.

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 02 | | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|--|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) | |
| INICIAL | FINAL | | | | |
| TRECHO 12 | | | | | |
| 17 + 15,00 | 22 + 5,00 | 90,00 | 9,00 | 810,00 | |
| 22 + 5,00 | 23 + 15,00 | 30,00 | 7,00 | 210,00 | |
| 23 + 15,00 | 26 + 15,00 | 60,00 | 5,00 | 300,00 | |
| 26 + 15,00 | 45 + 0,00 | 365,00 | 7,00 | 2.555,00 | |
| 45 + 0,00 | 53 + 0,00 | 160,00 | 6,00 | 960,00 | |
| 53 + 0,00 | 57 + 0,00 | 80,00 | 7,00 | 560,00 | |
| 57 + 0,00 | 65 + 0,00 | 160,00 | 6,00 | 960,00 | |
| 65 + 0,00 | 74 + 0,00 | 180,00 | 8,00 | 1.440,00 | |
| 79 + 0,00 | 81 + 0,00 | 40,00 | 8,00 | 320,00 | |
| 81 + 0,00 | 83 + 0,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 | |
| 83 + 0,00 | 85 + 15,00 | 55,00 | 5,00 | 275,00 | |
| 85 + 15,00 | 89 + 10,00 | 75,00 | 6,00 | 450,00 | |
| 89 + 10,00 | 99 + 0,00 | 190,00 | 5,00 | 950,00 | |
| 99 + 0,00 | 108 + 10,00 | 190,00 | 10,00 | 1.900,00 | |
| 108 + 10,00 | 111 + 10,00 | 60,00 | 4,00 | 240,00 | |
| 111 + 10,00 | 119 + 5,00 | 155,00 | 6,00 | 930,00 | |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 02 | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) |
| INICIAL | FINAL | | | |
| 119 + 5,00 | 125 + 5,00 | 120,00 | 5,00 | 600,00 |
| 125 + 5,00 | 136 + 5,00 | 220,00 | 7,00 | 1.540,00 |
| 136 + 5,00 | 140 + 5,00 | 80,00 | 5,00 | 400,00 |
| 140 + 5,00 | 144 + 5,00 | 80,00 | 7,00 | 560,00 |
| 144 + 5,00 | 147 + 15,00 | 70,00 | 8,00 | 560,00 |
| 147 + 15,00 | 151 + 15,00 | 80,00 | 5,00 | 400,00 |
| 151 + 15,00 | 157 + 0,00 | 105,00 | 6,00 | 630,00 |
| 157 + 0,00 | 160 + 0,00 | 60,00 | 4,00 | 240,00 |
| 160 + 0,00 | 164 + 0,00 | 80,00 | 6,00 | 480,00 |
| 164 + 0,00 | 171 + 15,00 | 155,00 | 8,00 | 1.240,00 |
| 171 + 15,00 | 179 + 0,00 | 145,00 | 7,00 | 1.015,00 |
| 179 + 0,00 | 188 + 5,00 | 185,00 | 6,00 | 1.110,00 |
| 188 + 5,00 | 199 + 5,00 | 220,00 | 7,00 | 1.540,00 |
| 199 + 5,00 | 202 + 5,00 | 60,00 | 8,00 | 480,00 |
| 202 + 5,00 | 211 + 5,00 | 180,00 | 6,00 | 1.080,00 |
| 211 + 5,00 | 212 + 5,00 | 20,00 | 8,00 | 160,00 |
| 212 + 5,00 | 220 + 5,00 | 160,00 | 5,00 | 800,00 |
| 220 + 5,00 | 224 + 5,00 | 80,00 | 7,00 | 560,00 |
| 224 + 5,00 | 227 + 5,00 | 60,00 | 10,00 | 600,00 |
| 227 + 5,00 | 231 + 10,00 | 85,00 | 5,00 | 425,00 |
| 231 + 10,00 | 234 + 0,00 | 50,00 | 6,00 | 300,00 |
| 234 + 0,00 | 245 + 5,00 | 225,00 | 5,00 | 1.125,00 |
| 245 + 5,00 | 247 + 5,00 | 40,00 | 4,00 | 160,00 |
| 247 + 5,00 | 249 + 5,00 | 40,00 | 5,00 | 200,00 |
| 249 + 5,00 | 253 + 15,00 | 90,00 | 6,00 | 540,00 |
| 253 + 15,00 | 257 + 0,00 | 65,00 | 5,00 | 325,00 |
| 257 + 0,00 | 259 + 15,00 | 55,00 | 7,00 | 385,00 |
| 259 + 15,00 | 265 + 0,00 | 105,00 | 5,00 | 525,00 |
| 265 + 0,00 | 268 + 10,00 | 70,00 | 6,00 | 420,00 |
| 268 + 10,00 | 272 + 15,00 | 85,00 | 10,00 | 850,00 |
| 272 + 15,00 | 287 + 15,00 | 300,00 | 8,00 | 2.400,00 |
| 287 + 15,00 | 290 + 15,00 | 60,00 | 9,00 | 540,00 |
| 290 + 15,00 | 293 + 0,00 | 45,00 | 10,00 | 450,00 |
| 293 + 0,00 | 296 + 0,00 | 60,00 | 6,00 | 360,00 |
| 296 + 0,00 | 298 + 7,00 | 47,00 | 11,00 | 517,00 |
| TRECHO 13 | | | | |
| 3 + 15,00 | 15 + 10,00 | 235,00 | 5,00 | 1.175,00 |
| 15 + 10,00 | 19 + 10,00 | 80,00 | 6,00 | 480,00 |
| 19 + 10,00 | 24 + 5,00 | 95,00 | 4,00 | 380,00 |
| 24 + 5,00 | 24 + 15,00 | 10,00 | 6,00 | 60,00 |
| 24 + 15,00 | 31 + 10,00 | 135,00 | 7,00 | 945,00 |
| 31 + 10,00 | 35 + 5,00 | 75,00 | 6,00 | 450,00 |
| 35 + 5,00 | 49 + 5,00 | 280,00 | 5,00 | 1.400,00 |
| 49 + 5,00 | 51 + 5,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 02 | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) |
| INICIAL | FINAL | | | |
| 51 + 5,00 | 68 + 5,00 | 340,00 | 8,00 | 2.720,00 |
| 78 + 0,00 | 89 + 5,00 | 225,00 | 8,00 | 1.800,00 |
| 89 + 5,00 | 93 + 15,00 | 90,00 | 6,00 | 540,00 |
| 93 + 15,00 | 95 + 0,00 | 25,00 | 10,00 | 250,00 |
| 95 + 0,00 | 98 + 15,00 | 75,00 | 5,00 | 375,00 |
| 98 + 15,00 | 114 + 10,00 | 315,00 | 6,00 | 1.890,00 |
| 114 + 10,00 | 138 + 10,00 | 480,00 | 9,00 | 4.320,00 |
| 138 + 10,00 | 152 + 0,00 | 270,00 | 8,00 | 2.160,00 |
| 161 + 0,00 | 169 + 10,00 | 170,00 | 7,00 | 1.190,00 |
| 169 + 10,00 | 178 + 10,00 | 180,00 | 5,00 | 900,00 |
| 178 + 10,00 | 189 + 10,00 | 220,00 | 8,00 | 1.760,00 |
| 189 + 10,00 | 191 + 0,00 | 30,00 | 7,00 | 210,00 |
| 191 + 0,00 | 193 + 0,00 | 40,00 | 6,00 | 240,00 |
| 193 + 0,00 | 195 + 10,00 | 50,00 | 10,00 | 500,00 |
| 195 + 10,00 | 195 + 18,00 | 8,00 | 7,00 | 56,00 |

Solução de Pavimentação 03: Reg. do Subleito + Base em solo50%-brita50% + Bloco de Concreto

- Revestimento em blocos de concreto retangulares tipo “holandês” de 35 MPa (CIDADE ENGENHARIA – Serra/ES), paginação tipo “espinha de peixe”, com espessura de 8,0 cm, execução atendendo as normas de peças de concreto para pavimentação NBR 9780 e NBR 9781*;
- Colchão de areia (A-01) com espessura de 5,0 cm para assentamento dos blocos;
- Imprimação com a utilização de CM-30 (REDUC – Duque de Caxias/RJ) à taxa de aplicação de 1,2 ℓ/m^2 , atendendo a especificação DNIT 144/2014-ES;
- Base estabilizada granulometricamente em mistura de 50% de solo argiloso (trecho) e 50% de brita graduada (P-01) em peso, com espessura de 15,0 cm e energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente ao do Proctor Intermediário (26 golpes), com espessura de 20,0 cm, execução atendendo a especificação de serviço DNIT 137/2010-ES.

**Observação: para garantir o confinamento das peças pré-moldadas requerido para a estabilidade da estrutura de pavimento semi-rígido, a Consultora propõe a utilização de guias transversais de travamento, distribuídas em planta conforme os seguintes critérios:*

- em rampas com inclinação superior a 10,0%, distanciadas a cada 10,0m;
- no encontro com outros tipos de pavimentos.

Com o travamento, a transferência de carga entre os blocos alivia as pressões sobre o subleito, sub-base e base, reduzindo as possibilidades de deformações no pavimento.

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 03 | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) |
| INICIAL | FINAL | | | |
| TRECHO 02 | | | | |
| 21 + 0,00 | 45 + 0,00 | 480,00 | 5,50 | 2.640,00 |
| 46 + 0,00 | 60 + 0,00 | 280,00 | 6,00 | 1.680,00 |
| 61 + 0,00 | 70 + 0,00 | 180,00 | 5,00 | 900,00 |
| 250 + 0,00 | 265 + 0,00 | 300,00 | 5,50 | 1.650,00 |
| 275 + 0,00 | 287 + 10,00 | 250,00 | 5,50 | 1.375,00 |
| TRECHO 05 | | | | |
| 35 + 0,00 | 41 + 15,00 | 135,00 | 3,00 | 405,00 |
| 41 + 15,00 | 43 + 15,00 | 40,00 | 5,00 | 200,00 |
| 43 + 15,00 | 56 + 5,00 | 250,00 | 3,00 | 750,00 |
| 56 + 5,00 | 62 + 10,00 | 125,00 | 4,00 | 500,00 |
| 62 + 10,00 | 69 + 0,00 | 130,00 | 6,00 | 780,00 |
| 92 + 15,00 | 95 + 10,00 | 55,00 | 5,00 | 275,00 |
| 95 + 10,00 | 98 + 0,00 | 50,00 | 4,00 | 200,00 |
| 98 + 0,00 | 102 + 10,00 | 90,00 | 5,00 | 450,00 |
| 102 + 10,00 | 104 + 0,00 | 30,00 | 4,00 | 120,00 |
| TRECHO 06 | | | | |
| 0 + 5,00 | 32 + 5,00 | 640,00 | 4,00 | 2.560,00 |
| 32 + 5,00 | 33 + 5,00 | 20,00 | 7,00 | 140,00 |
| 33 + 5,00 | 44 + 10,00 | 225,00 | 4,00 | 900,00 |
| 66 + 0,00 | 71 + 10,00 | 110,00 | 4,00 | 440,00 |
| 128 + 0,00 | 137 + 0,00 | 180,00 | 6,00 | 1.080,00 |
| 137 + 0,00 | 152 + 5,00 | 305,00 | 5,00 | 1.525,00 |
| 152 + 5,00 | 157 + 0,00 | 95,00 | 4,00 | 380,00 |
| 157 + 0,00 | 161 + 0,00 | 80,00 | 3,00 | 240,00 |
| TRECHO 07 | | | | |
| 0 + 0,00 | 10 + 15,00 | 215,00 | 4,00 | 860,00 |
| 64 + 5,00 | 67 + 10,00 | 65,00 | 4,00 | 260,00 |
| 67 + 10,00 | 75 + 0,00 | 150,00 | 3,00 | 450,00 |
| 75 + 0,00 | 96 + 15,00 | 435,00 | 4,00 | 1.740,00 |
| 151 + 0,00 | 156 + 5,00 | 105,00 | 4,00 | 420,00 |
| 156 + 5,00 | 157 + 5,00 | 20,00 | 5,00 | 100,00 |
| 157 + 5,00 | 162 + 5,00 | 100,00 | 3,00 | 300,00 |
| 168 + 10,00 | 173 + 5,00 | 95,00 | 4,00 | 380,00 |
| 258 + 10,00 | 260 + 0,00 | 30,00 | 4,00 | 120,00 |
| 260 + 0,00 | 261 + 15,00 | 35,00 | 3,00 | 105,00 |
| 261 + 15,00 | 264 + 15,00 | 60,00 | 4,00 | 240,00 |
| 264 + 15,00 | 268 + 10,00 | 75,00 | 3,00 | 225,00 |
| 268 + 10,00 | 269 + 15,00 | 25,00 | 4,00 | 100,00 |
| TRECHO 10 | | | | |
| 0 + 0,00 | 3 + 0,00 | 60,00 | 8,00 | 480,00 |
| 3 + 0,00 | 7 + 0,00 | 80,00 | 6,00 | 480,00 |
| 7 + 0,00 | 14 + 15,00 | 155,00 | 5,00 | 775,00 |
| 14 + 15,00 | 21 + 15,00 | 140,00 | 4,00 | 560,00 |

| SOLUÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO 03 | | | | |
|----------------------------|-------------|-----------------|----------------|---------------------------|
| ESTACA | | EXTENSÃO (m) | LARGURA (m) | ÁREA (m ²) |
| INICIAL | FINAL | | | |
| 21 + 15,00 | 22 + 10,00 | 15,00 | 5,00 | 75,00 |
| 32 + 0,00 | 40 + 0,00 | 160,00 | 4,00 | 640,00 |
| 40 + 0,00 | 42 + 10,00 | 50,00 | 12,00 | 600,00 |
| 42 + 10,00 | 48 + 10,00 | 120,00 | 5,00 | 600,00 |
| 48 + 10,00 | 60 + 5,00 | 235,00 | 6,00 | 1.410,00 |
| 60 + 5,00 | 62 + 5,00 | 40,00 | 4,00 | 160,00 |
| 62 + 5,00 | 69 + 5,00 | 140,00 | 6,00 | 840,00 |
| 69 + 5,00 | 73 + 5,00 | 80,00 | 5,00 | 400,00 |
| 73 + 5,00 | 77 + 10,00 | 85,00 | 6,00 | 510,00 |
| 77 + 10,00 | 79 + 10,00 | 40,00 | 4,00 | 160,00 |
| 88 + 0,00 | 89 + 15,00 | 35,00 | 3,00 | 105,00 |
| 89 + 15,00 | 99 + 15,00 | 200,00 | 5,00 | 1.000,00 |
| 115 + 15,00 | 121 + 0,00 | 105,00 | 5,00 | 525,00 |
| 121 + 0,00 | 122 + 15,00 | 35,00 | 4,00 | 140,00 |
| TRECHO 11 | | | | |
| 46 + 0,00 | 46 + 15,00 | 15,00 | 6,00 | 90,00 |
| 46 + 15,00 | 57 + 0,00 | 205,00 | 4,00 | 820,00 |
| 57 + 0,00 | 58 + 15,00 | 35,00 | 5,00 | 175,00 |
| 58 + 15,00 | 61 + 10,00 | 55,00 | 6,00 | 330,00 |
| 61 + 10,00 | 65 + 5,00 | 75,00 | 7,00 | 525,00 |
| 99 + 10,00 | 100 + 0,00 | 10,00 | 5,00 | 50,00 |
| 100 + 0,00 | 112 + 13,00 | 253,00 | 6,00 | 1.518,00 |
| TRECHO 12 | | | | |
| 0 + 0,00 | 8 + 10,00 | 170,00 | 5,00 | 850,00 |
| 8 + 10,00 | 10 + 5,00 | 35,00 | 6,00 | 210,00 |
| 10 + 5,00 | 17 + 15,00 | 150,00 | 5,00 | 750,00 |
| 74 + 0,00 | 79 + 0,00 | 100,00 | 8,00 | 800,00 |
| TRECHO 13 | | | | |
| 0 + 0,00 | 3 + 15,00 | 75,00 | 5,00 | 375,00 |
| 68 + 5,00 | 78 + 0,00 | 195,00 | 8,00 | 1.560,00 |
| 152 + 0,00 | 157 + 5,00 | 105,00 | 8,00 | 840,00 |
| 157 + 5,00 | 159 + 15,00 | 50,00 | 10,00 | 500,00 |
| 159 + 15,00 | 161 + 0,00 | 25,00 | 7,00 | 175,00 |
| TRECHO 14 | | | | |
| 97 + 0,00 | 115 + 0,00 | 360,00 | 6,00 | 2.160,00 |
| 135 + 0,00 | 145 + 5,00 | 205,00 | 6,00 | 1.230,00 |

5.5.7 Recomendações executivas

Tendo em vista uma melhor eficácia da aplicação do projeto no implemento da presente rodovia, são listadas a seguir algumas as recomendações de caráter executivo:

- O subleito e todas as camadas granulares do pavimento deverão ser compactados com, no mínimo, 100% de grau de compactação;
- A menor espessura a ser adotada para as camadas granulares do pavimento é 10,0 cm;

- A espessura mínima e máxima de compactação de materiais granulares são, respectivamente, 10,0 e 20,0 cm;
- Com a finalidade de evitar desagregações prematuras ou deformações/ondulações, a espessura máxima da camada compactada deverá ser inferior a 3 vezes e a mínima 1,5 vezes o tamanho máximo do agregado;
- A compactação deverá ser iniciada com a utilização de rolo pneumático de pressão variável e prosseguirá até que não haja mais saliência entre a faixa a compactar e a adjacente já compactada, concluindo a compactação com rolo liso. Nos trechos em tangente, a compactação deverá ser feita do bordo para o eixo, e do bordo mais baixo para o mais alto, nos trechos em curva. Considera-se a compactação finalizada, quando a camada apresentar uma superfície uniforme, isenta de saliências, ondulações ou rebaixos;
- Os blocos de concreto utilizados nos perímetros urbanos deverão ser produzidos por processos que assegurem a obtenção de peças de concreto suficientemente homogêneas e compactas, de modo que atendam às especificações dispostas nas normas que regulamentam a execução de peças de concreto para pavimentação (NBR 9780 e NBR 9781);
- As peças de concreto utilizadas no pavimento semi-rígido não devem possuir trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e/ou afetar a sua resistência. Desta forma, os blocos devem ser manipulados com as devidas precauções para não terem suas qualidades prejudicadas.

5.5.8 Apresentação

As seções transversais típicas de pavimentação do presente projeto de implantação de pavimentos estão apresentadas no ***Volume 2 – Projeto de Execução***.

5.6 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

Obtidas as vazões máximas prováveis dos estudos hidrológicos, o projeto de drenagem constou dos estudos hidráulicos definidores dos dispositivos que se destinam a captar as águas e conduzi-las, adequadamente, de modo a não comprometer os elementos do corpo estradal.

Estes dispositivos se agrupam em:

- Drenagem Superficial;
- Drenagem de Greide;
- Drenagem de Grotas.

5.6.1 Drenagem superficial

O projeto de drenagem superficial visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma da estrada, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo.

Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Caixa seca em blocos de concretos
- Canaleta de concreto
- Canaleta com grelha
- Mureta de corte em rocha
- Transposição de segmento de sarjeta - TSS 01
- Sarjeta 40/10 revestida com mistura (Solo-50% - Revsol-50%)
- Sarjeta de concreto SCA 40/10
- Entrada para descida d'água - EDA-01 e EDA-02
- Saída d'água com revestimento em grama
- Descida d'água concreto armado - DP-01 e DSA-03A
- Dissipador de energia aplicado a saída d'água

5.6.1.1 Sarjetas

Tem como objetivo captar as águas que precipitam sobre a plataforma, canteiro central e taludes de corte e aterro e conduzi-las, longitudinalmente à rodovia, até a transição entre o corte e o aterro, de forma a permitir a saída lateral para o terreno natural ou para a valeta de proteção.

5.6.1.2 Saídas d'água

Saídas d'água são os dispositivos que conduzem o fluxo de águas pluviais que se escoam pelas sarjetas para fora do corpo estradal. À sua jusante, quando necessário, são previstas descidas

d'água de aterro que levaram as águas para além dos “off-sets” dando desague em dissipadores de energia.

5.6.1.3 Descidas d'água

São os dispositivos que conduzem as águas pluviais que, em vista do posicionamento forçado de outros dispositivos de drenagem tenderiam a emergir no talude dos aterros/cortes. Seu perfil longitudinal em degraus visa dissipar energia das águas ao longo de seu curso, minimizando possíveis efeitos erosivos aos pés dos taludes.

5.6.1.4 Caixas Secas

São reservatórios tecnicamente dimensionados, construídos, em geral, nas margens de estradas para captar as águas de chuva. A técnica evita enxurradas, erosão, assoreamento dos rios e depredação das estradas pela chuva, com resultados significativos na redução da turbidez cursos d'água. Em tempos de estiagem, as caixas secas aumentam o armazenamento de água e o abastecimento do lençol freático, o que favorece as nascentes e a vazão dos rios.

Diante dos benefícios da execução de caixas seca, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) incentiva a sua construção em diversos municípios capixabas.

5.6.1.5 Canaletas de concreto

Canaletas são dispositivos que conduzem a água até os pontos de deságue de forma segura, e são empregadas quando há uma vazão muito grande, a qual a capacidade das sarjetas não comporta.

5.6.1.6 Meio Fio de Concreto

Foi indicado o meio-fio MFC-05, padrão DNIT, no bordo externo das curvas dos pavimentos em TSD e em blocos de concreto (balizador), bem como para realizar o travamento dos pavimentos semi-rígidos.

5.6.1.7 Dissipadores de energia

São destinados a desacelerar a velocidade da água, principalmente nas saídas de alas de bueiros e descidas d'água, assim como também permitir a sedimentação do material geológico que foi transportado junto as águas.

5.6.2 Drenagem de Greide

Foram previstos bueiros Ø 0,40m, sempre que se mostrou necessária a transposição de um lado para outro da plataforma ou do talude das águas providas das sarjetas, valetas, drenos e dos talwegues interceptados pela rodovia.

5.6.3 Drenagem de grotas

5.6.3.1 Modelagem Hidráulica

As cheias de rios, de uma forma geral, constituem em um dos mais severos fenômenos naturais e provoca a destruição de propriedades, bem feitorias, perdas de vidas humanas e danos dos mais variados. No caso de obras como pontes e outras obras hidráulicas, que exigem a intervenção em rios e cursos d'água, é de extrema importância a avaliação da hidrodinâmica e a interação destas obras com o regime hidráulico do rio.

Uma das formas de avaliar estas interações é a modelagem matemática. Modelos matemáticos são sistemas que visam simular a realidade, devendo ser utilizados quando um sistema se apresenta complexo o suficiente para que o estudo, em meio real, se torne inviável (Ford, 1999). O maior benefício no uso de modelos matemáticos para simular sistemas é a facilidade com que se identificam falhas e/ou eventos que possam vir a ocorrer, sendo mais fácil e seguro modificá-las no projeto antes da aplicação deste no meio real (Felício, 2007).

O presente estudo utilizou o modelo matemático HEC-RAS 4.1 (River Analysis System) desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército Norte-Americano. Este modelo foi concebido para efetuar cálculos hidráulicos em sistemas de canais naturais ou construídos (HEC, 2010).

O modelo é amplamente utilizado em estudos de: (a) determinação da área de inundação de rios e de proteção contra enchentes; (b) efeitos de obstáculos hidráulicos, como pontes, bueiros, vertedores de barragens, diques e outras estruturas hidráulicas; (c) análise das alterações dos perfis de superfície d'água devido às modificações na geometria do canal; (d) múltiplos perfis de superfície d'água (modelagem de cenários para diferentes condições hidráulicas e hidrológicas), erosão em pontes e operação de barragens em sequência.

O procedimento básico de computação é baseado na solução da equação de energia unidimensional (Bernoulli). São avaliadas as perdas de energia por fricção (equação de Manning) e contração ou expansão das seções transversais (coeficiente multiplicado pela velocidade principal). A equação do momento, por sua vez, é utilizada nas situações de cálculo de escoamento em regime misto em ressaltos hidráulicos, pontes e na determinação dos níveis d'água nas confluências dos rios.

As seguintes suposições são implícitas nas expressões analíticas usadas pelo HEC-RAS:

- I. Escoamento permanente: não há condições dependentes da variável tempo na equação de energia;
- II. Escoamento transiente: a equação da energia (Bernoulli) está baseada na premissa da distribuição uniforme de pressões hidrostáticas em cada seção transversal. Nos locais onde o escoamento é rapidamente variado (estruturas hidráulicas como pontes, bueiros e barragens) o modelo utiliza a equação do momento para a solução;

III. Escoamento unidimensional: a energia cinética é a mesma para todos os pontos numa seção transversal. Os componentes de velocidade estão na mesma direção de fluxo.

O coeficiente n de Manning é um dos principais parâmetros do modelo. Para um rio sem confluências ou alterações bruscas em sua geometria, o nível d'água aumenta com o acréscimo da rugosidade, para uma mesma vazão; e a vazão diminui com o aumento da rugosidade, para um mesmo nível d'água.

Segundo HEC (2010) o valor do coeficiente n de Manning é altamente variável e depende de vários fatores: aspereza da superfície do leito, vegetação, irregularidades no canal, alinhamento do canal, erosão ou deposição de sedimento, obstruções, tamanho e forma do canal, vazões, temperatura e concentração de sólidos em suspensão.

O valor do coeficiente n de Manning ao longo de um rio pode ser estimado através da leitura de réguas limnimétricas espaçadas entre cem e mil metros. As réguas devem ser niveladas e referenciadas a uma rede de nivelamento de maior ordem de precisão a fim de evitar-se a propagação de erros de nivelamento (Tucci, 1998). Diversos experimentos hidráulicos em canais naturais ou construídos têm sido desenvolvidos a fim de traçar coeficientes de n de Manning para as mais diversas situações encontradas. A publicação de Chow (1959) “*Open Channel Hydraulics*” traz uma quantidade satisfatória de valores de referência para o coeficiente n de Manning. Somado a isso, HEC (2010) traz uma coletânea de valores de n de Manning para as mais diversas situações, sendo mais indicado para uso na modelagem hidráulica com o modelo HEC-RAS.

No caso da modelagem hidráulica de pontes outros dois coeficientes ganham importância: os coeficientes de expansão e contração. Estes coeficientes tem a função de representar, matematicamente, o efeito de contração/expansão do escoamento que ocorre à montante/jusante de uma ponte. Os valores destes coeficientes serão função das características do aterro da ponte, que é a principal causa do efeito de contração/expansão do escoamento. Segundo HEC (2010) o coeficiente de contração varia entre 0,0 e 0,6 e o coeficiente de expansão varia entre 0,0 e 0,8, considerando que o valor de 0,0 representa um trecho sem modificações na seção de escoamento enquanto os valores superiores a 0,0 (do menor para o maior) variam entre transição gradual na seção de escoamento e transições abruptas na seção de escoamento.

A seguir, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo hidráulico, bem com os dados de entrada e os coeficientes mais relevantes utilizados no presente estudo.

Os períodos de recorrência adotados para os estudos das descargas de pico das bacias foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na Tabela 26, conforme Diretrizes Básicas do DNIT.

Tabela 26 – Período de recorrência de vazões recomendados para cada tipo de estrutura de drenagem.

| Espécie | Período de Recorrência (anos) |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Drenagem Sub-superficial | 1 |
| Drenagem Superficial | 5 a 10 |
| Bueiro Tubular | 15 (Canal) e 25 (como orifício) |
| Bueiro Celular | 25 (Canal) e 50 (como orifício) |
| Pontilhão | 50 |

Ponte

100

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT.

5.6.3.2 Demais Grotas

Os bueiros tubulares e celulares foram dimensionados para atender à capacidade de vazão para períodos de recorrência de 15 e 25 anos respectivamente. O dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem foi realizado a partir da fórmula de Manning descrita a seguir:

$$Q = \frac{AR^{2/3} \times i^{1/2}}{n}$$

Onde:

Q = vazão, em m³/s;

n = coeficiente de Manning;

i = declividade da rede, em m/m;

R = raio hidráulico, em m;

Esta fórmula pode ser trabalhada e simplificada para o cálculo das vazões para bueiros tubulares e celulares trabalhando como canal e são descritas a seguir:

Tabela 27 - Simplificação da fórmula de manning para o dimensionamento hidráulico de bueiros.

| | BUEIROS TUBULARES EM CONCRETO E METÁLICO | | | BUEIROS CELULARES EM CONCRETO | |
|----------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| | SIMPLES | DUPLO | TRIPLO | SIMPLES | DUPLO |
| Capac. (m ³ /s) | 1,533 D ^{2,5} | 2x0,95x1,533 D ^{2,5} | 3x0,9x1,533D ^{2,5} | 1,705BH ^{1,5} | 2x0,95x1,705BH ^{1,5} |
| Veloc. (m/s) | 2,55 D ^{1/2} | | | 2,56 H ^{1/2} | |
| Decliv. (%) | 0,735 / (D ^{1/3}) - (CONCRETO - n=0,015) 1,890 / (D ^{1/3}) - (METÁLICO - n=0,024) | | | [0,0585/ (H ^{1/3})] [3+(4H/ B)] ^{4/3} | |

- Onde D é expresso em metro.

5.6.3.3 Dimensionamento de Grotas

Apresenta-se a seguir o dimensionamento dos dispositivos de drenagem de grotas.

| Sub-bacia | Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | |
|-----------|---------------------------------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------|--------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------|------------|------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------|---------|-------|--|---------|--------------------|----|----|-----|
| | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnivel (m) | i (%) | Tc (min) | c | Intensidade de chuva (mm/h) | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | | | Tipo | Func. | Q _r (m³/s) | Carga hídric. (m) | Tirante (0/D) | Quant. | Tipo | B / Ø | H | Q.crit. | Tirante hidráulico | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | 100 | 15 | | | | | | | | | | | | 25 | 50 | 100 |
| 1 | Mangarat | 44+0 | 0.18 | 0.55 | 124 | 22,55 | 10,00 | 0,17 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,63 | 1,77 | 1,99 | 2,23 | BSTC | Não atende | 0,88 | 1,48 | 1,85 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,53 | | | | |
| 2 | Mangarat | 48+12 | 0.27 | 0.79 | 199 | 25,19 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,88 | 3,13 | 3,51 | 3,93 | BSTC | Não atende | 2,42 | 1,63 | 1,35 | 3 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 4,60 | 0,63 | | | | |
| 3 | Mangarat | 85+0 | 8,10 | 3,14 | 199 | 6,34 | 67,61 | 0,22 | 71,16 | 77,39 | 86,73 | 97,19 | Racional Modificado | 28,58 | 31,08 | 34,83 | 39,03 | HEC-HMS | | Ponilhao | 4,50x3,20 | | 3 | Celular | 2,50 | 2,50 | 30,55 | 0,60 | | | | |
| 4 | Mangarat | 102+14 | 8,27 | 3,51 | 201 | 5,73 | 73,74 | 0,22 | 67,26 | 73,15 | 81,97 | 91,86 | Racional Modificado | 27,62 | 29,93 | 33,54 | 37,58 | HEC-HMS | | Ponilhao | 5,50x3,20 | | 3 | Celular | 2,50 | 2,50 | 30,55 | 0,62 | | | | |
| 5 | Mangarat | 185+0 | 36,62 | 13,25 | 343 | 2,59 | 259,36 | 0,21 | 28,14 | 30,61 | 34,30 | 38,43 | Racional Modificado | 16,80 | 21,90 | 31,10 | 42,70 | HEC-HMS | | Ponilhao | 7,00x5,00 | | 3 | Celular | 3,00 | 3,00 | 79,73 | 0,73 | | | | |
| 6 | Mangarat | 247+10 | 3,03 | 3,79 | 224 | 5,91 | 54,51 | 0,21 | 81,60 | 88,75 | 99,45 | 111,45 | Racional Modificado | 30,80 | 40,90 | 58,20 | 80,30 | HEC-HMS | | Não atende | 0,43 | 18,01 | 30,02 | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,73 | | | |
| 7 | Mangarat | 279+5 | 2,77 | 3,22 | 202 | 6,27 | 48,74 | 0,21 | 87,45 | 95,11 | 106,58 | 119,44 | Racional Modificado | 14,42 | 15,69 | 17,58 | 19,70 | BSTC | | Não atende | 0,88 | 11,60 | 14,50 | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,72 | | | |
| 8 | Mangarat | 308+13 | 0,23 | 0,34 | 20 | 5,88 | 11,37 | 0,19 | 182,87 | 198,88 | 222,87 | 249,75 | Racional Modificado | 2,22 | 2,41 | 2,71 | 3,03 | BSTC | | Não atende | 0,43 | 3,59 | 5,98 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,72 | | | |
| 9 | Mangarat | 331+6 | 2,99 | 3,55 | 173 | 4,87 | 58,01 | 0,21 | 78,47 | 85,34 | 95,64 | 107,17 | Racional Modificado | 2,57 | 2,80 | 3,13 | 3,51 | BSTC | | Não atende | 2,42 | 6,08 | 5,07 | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,69 | | | |
| 10 | Mangarat | 357+9 | 0,01 | 0,14 | 5 | 3,57 | 10,00 | 0,18 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | BSTC | Atende | 0,88 | 0,14 | 0,17 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,06 | | | | |

| Sub-bacia | Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | | | Método de cálculo | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | |
|-----------|---------------------------------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|----------|--------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------|--------|---------|--------------|------|---------|--------------------|------|-----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnivel (m) | I (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | Método de cálculo | TR- anos | | | Tipo | Func. | Q _{cr} (m³/s) | Carga hídric. (m) | Tirante (m) | Quant. | Tipo | B / Ø | H | Q crit. | Tirante hidráulico | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | | | | | | | | | | | | 50 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mangarai | 56+10 | 2,18 | 2,77 | 195 | 7,04 | 40,93 | 0,25 | 97,15 | 105,66 | 118,41 | 132,69 | Racional | 14,71 | 16,00 | 17,93 | 20,09 | - | - | - | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,77 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Mangarai | 99+0 | 0,20 | 0,67 | 177 | 26,42 | 10,00 | 0,19 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,02 | 2,20 | 2,47 | 2,76 | Não atende | 0,43 | 2,82 | 4,71 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,66 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Mangarai | 139+15 | 0,07 | 0,27 | 26 | 9,63 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,75 | 0,81 | 0,91 | 1,02 | Não atende | 0,16 | 1,86 | 4,66 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,49 | | | | | | | | | | | | | |

| Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | |
|---------------------------------|----------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|-----------------------------|--------------|--------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------|------------|-----------------------|-----------------|-------------|--------|---------|-------|--|--------|--------------------|--|--|--|
| Sub-bacia | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | I (%) | Tc (min) | c | Intensidade de chuva (mm/h) | | | Método de cálculo | | | | | | Tipo | Func. | Q _e (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (m) | Quant. | Tipo | B / O | H | Q crl. | Tirante hidráulico | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | 100 | 15 | 25 | 50 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mangaral | 35+0 | 0,04 | 0,23 | 107 | 46,52 | 10,00 | 0,35 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,75 | 0,81 | 0,91 | 1,02 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,86 | 4,66 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,49 | | | |
| 2 | Mangaral | 54+12 | 0,03 | 0,22 | 138 | 62,73 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,59 | 0,64 | 0,72 | 0,81 | BSTC | Atende | 0,88 | 0,54 | 0,67 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,39 | | | |
| 3 | Mangaral | 69+8 | 0,02 | 0,22 | 82 | 37,27 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,31 | BSTC | Não atende | 0,16 | 0,56 | 1,40 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,15 | | | |
| 4 | Mangaral | 81+9 | 0,08 | 0,46 | 188 | 40,87 | 10,00 | 0,50 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,13 | 2,32 | 2,60 | 2,91 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,97 | 4,96 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,69 | | | |
| 5 | Mangaral | 99+10 | 0,08 | 0,47 | 201 | 42,77 | 10,00 | 0,53 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,26 | 2,46 | 2,75 | 3,06 | BSTC | Não atende | 1,53 | 1,48 | 1,48 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,74 | | | |
| 6 | Mangaral | 132+10 | 30,55 | 7,97 | 347 | 4,35 | 184,16 | 0,22 | 38,99 | 42,40 | 47,52 | 53,25 | Racional Modificado | 51,71 | 56,23 | 63,02 | 70,62 | HEC-HMS | | | | 4 | Céular | 3,00 | 3,00 | 106,31 | 0,66 | | | | |
| 7 | Mangaral | 142+0 | 0,06 | 0,36 | 79 | 21,84 | 10,00 | 0,31 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,89 | 1,08 | 1,21 | 1,35 | BSTC | Não atende | 0,16 | 2,48 | 6,19 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,65 | | | |
| 8 | Mangaral | 145+7 | 0,20 | 0,65 | 188 | 28,92 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,31 | 1,43 | 1,60 | 1,79 | BSTC | Não atende | 1,53 | 1,46 | 1,46 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,73 | | | |
| 9 | Mangaral | 150+0 | 0,06 | 0,34 | 103 | 30,29 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,63 | 2,86 | 3,20 | 3,59 | BSTC | Não atende | 0,88 | 0,73 | 0,91 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,52 | | | |
| 10 | Mangaral | 176+15 | 0,44 | 1,09 | 342 | 31,38 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,80 | 0,87 | 0,97 | 1,09 | BSTC | Não atende | 0,88 | 5,97 | 7,46 | 2 | Céular | 1,50 | 1,50 | 9,40 | 0,76 | | | |
| 11 | Mangaral | 204+10 | 0,04 | 0,26 | 98 | 37,69 | 10,00 | 0,34 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 7,12 | 7,75 | 8,68 | 9,73 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,81 | 4,53 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,47 | | | |
| 12 | Mangaral | 209+0 | 1,31 | 1,41 | 328 | 23,26 | 16,00 | 0,24 | 191,76 | 172,68 | 193,51 | 216,85 | Racional Modificado | 13,87 | 15,08 | 16,90 | 18,94 | BSTC | Não atende | 2,42 | 6,69 | 5,58 | 2 | Céular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,76 | | | |
| 13 | Mangaral | 230+13 | 0,13 | 0,44 | 98 | 22,27 | 10,00 | 0,24 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 13,50 | 14,88 | 16,45 | 18,43 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,32 | 3,86 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,54 | | | |
| 14 | Mangaral | 233+8 | 0,01 | 0,12 | 1 | 0,83 | 10,00 | 0,17 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,06 | 1,81 | 2,03 | 2,22 | BSTC | Não atende | 0,43 | 0,13 | 0,21 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,06 | | | |
| 15 | Mangaral | 263+7 | 0,03 | 0,18 | 37 | 20,56 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,12 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,13 | 0,21 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,06 | | | |
| 16 | Mangaral | 270+11 | 0,69 | 1,08 | 204 | 18,89 | 13,33 | 0,21 | 171,89 | 186,72 | 208,25 | 234,49 | Racional Modificado | 0,80 | 0,79 | 0,88 | 0,99 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,49 | 3,73 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,39 | | | |
| 17 | Mangaral | 319+10 | 0,15 | 0,46 | 82 | 17,83 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 6,91 | 7,52 | 8,42 | 9,44 | BSTC | Não atende | 1,53 | 4,52 | 4,52 | 2 | Céular | 1,50 | 1,50 | 9,40 | 0,80 | | | |
| 18 | Mangaral | 340+15 | 0,03 | 0,29 | 69 | 23,79 | 10,00 | 0,18 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,60 | 1,74 | 1,95 | 2,18 | BSTC | Não atende | 0,43 | 2,23 | 3,72 | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,52 | | | |
| 19 | Mangaral | 398+6 | 0,01 | 0,10 | 16 | 16,00 | 10,00 | 0,34 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,93 | 2,10 | 2,35 | 2,64 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,40 | 0,67 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,19 | | | |
| 20 | Mangaral | 401+4 | 0,45 | 1,22 | 184 | 15,08 | 13,67 | 0,17 | 169,91 | 184,79 | 207,08 | 232,06 | Racional Modificado | 0,29 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | BSTC | Não atende | 0,43 | 0,25 | 0,42 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,12 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | Racional Modificado | 3,61 | 3,93 | 4,40 | 4,93 | BSTC | Não atende | 2,42 | 1,79 | 1,49 | 3 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 4,60 | 0,79 | | | |

| Sub-bacia | Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | | Método de cálculo | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | | | |
|-----------|---------------------------------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|----------|--------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------|-------|--------|--------------|-----------------------|-------------------|---------------|--------|-------|-------------------|---------|---------|--------------------|--------|----------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | I (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | Método de cálculo | TR- anos | | | Tipo | Func. | Q _e (m³/s) | Carga hídric. (m) | Tirante (h/D) | Quant. | Tipo | B/O | H | Q crít. | Tirante hidráulico | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | | | | | | | | | | | | 50 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mangaratí | 65+15 | 0,29 | 0,75 | 208 | 27,73 | 10,00 | 0,32 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 4,54 | 5,38 | 6,02 | 6,75 | BSTC | Não atende | 0,43 | 6,90 | 11,50 | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,68 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Mangaratí | 80+9 | 0,41 | 1,11 | 255 | 22,97 | 10,60 | 0,33 | 187,75 | 204,18 | 228,81 | 256,41 | Racional Modificado | 5,59 | 6,08 | 6,82 | 7,64 | BSTC | Não atende | 0,43 | 9,85 | 16,41 | 2 | Celular | 1,50 | 1,50 | 9,40 | 0,82 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Mangaratí | 88+15 | 0,46 | 1,25 | 271 | 21,68 | 11,81 | 0,33 | 180,22 | 195,99 | 219,63 | 246,13 | Racional Modificado | 7,06 | 7,67 | 8,60 | 9,64 | BSTC | Não atende | 1,53 | 4,97 | 4,97 | 3 | Celular | 1,50 | 1,50 | 14,10 | 0,59 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Mangaratí | 92+10 | 0,51 | 1,36 | 284 | 20,88 | 12,67 | 0,33 | 175,29 | 190,63 | 213,63 | 239,40 | Racional Modificado | 7,71 | 8,39 | 9,40 | 10,54 | BSTC | Não atende | 1,53 | 5,36 | 5,36 | 3 | Celular | 1,50 | 1,50 | 14,10 | 0,63 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Mangaratí | 122+0 | 49,24 | 15,76 | 553 | 3,51 | 260,48 | 0,24 | 28,05 | 30,51 | 34,19 | 38,32 | Racional Modificado | 8,19 | 8,91 | 9,99 | 11,19 | BSTC | Não atende | 1,53 | 5,36 | 5,36 | 3 | Celular | 3,00 | 3,00 | 159,47 | 0,73 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 62,37 | 67,83 | 76,02 | 85,19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 46,20 | 60,60 | 85,00 | 116,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ponte | | | 15,0X3,0 | | | | | | | | | | | | | | |

| Sub-bacia | Elementos da Bacia Hidrográfica | | | | | | | | | | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | |
|-----------|---------------------------------|--------|------------|--------|--------------|--------|----------|------|---------|--------|-----------------------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------|--------------|--------|------|---------|------|--------|--------------------|------|---------------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Bacia | Estaca | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | I (%) | Tc (min) | c | TR-anos | | | Método de cálculo | TR-anos | | | TR-anos | | | Tipo | Func. | Q _e (m³/s) | Carga hidr. (m) | Tirante (hD) | Quant. | Tipo | B/O | H | Q crf. | Tirante hidráulico | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | 100 | 15 | 25 | 50 | 100 | 15 | | | | | | | | | | | | 25 | 50 | 100 | | | | | | | | | | |
| 1 | Mangaral | 4+10 | 59,40 | 15,62 | 365 | 2,34 | 334,61 | 0,22 | 23,40 | 25,45 | 28,52 | 31,96 | Racional Modificado HEC-HMS | 56,47 | 61,41 | 68,82 | 77,12 | 47,60 | 62,30 | 87,30 | 118,00 | | | | 6 | Celular | 3,00 | 3,00 | 159,47 | 0,75 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Mangaral | 22+0 | 0,01 | 0,12 | 33 | 27,50 | 10,00 | 0,21 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,11 | 0,12 | 0,14 | 0,15 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,07 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Mangaral | 29+10 | 0,01 | 0,10 | 32 | 32,00 | 10,00 | 0,26 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,14 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,09 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Mangaral | 55+15 | 1,64 | 1,82 | 289 | 15,05 | 23,28 | 0,22 | 132,72 | 144,34 | 161,75 | 181,26 | Racional Modificado | 13,30 | 14,47 | 16,21 | 18,17 | | | | | | | | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,80 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Mangaral | 60+10 | 2,56 | 3,56 | 479 | 13,46 | 34,68 | 0,26 | 106,98 | 116,34 | 130,38 | 146,10 | Racional | 19,78 | 21,51 | 24,11 | 27,01 | | | | | | | | 2 | Celular | 2,50 | 2,50 | 33,70 | 0,65 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Mangaral | 72+5 | 0,19 | 0,17 | 201 | 118,24 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,02 | 2,20 | 2,47 | 2,76 | | | | | | | | 2 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 3,07 | 0,66 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Mangaral | 95+0 | 0,05 | 0,32 | 32 | 10,00 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,53 | 0,58 | 0,65 | 0,73 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,35 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Mangaral | 97+17 | 0,07 | 0,54 | 212 | 39,28 | 10,00 | 0,15 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 0,72 | 0,78 | 0,88 | 0,98 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,36 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Mangaral | 100+0 | 0,04 | 0,24 | 41 | 17,08 | 10,00 | 0,23 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,73 | 0,79 | 0,89 | 1,00 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,32 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Mangaral | 118+5 | 0,35 | 0,86 | 289 | 30,10 | 10,00 | 0,16 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 2,98 | 3,24 | 3,64 | 4,07 | | | | | | | | 3 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 4,60 | 0,65 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Mangaral | 126+10 | 0,11 | 0,51 | 119 | 23,33 | 10,00 | 0,25 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,46 | 1,59 | 1,79 | 2,00 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,84 | 0,80 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Mangaral | 164+5 | 3,12 | 2,52 | 342 | 13,57 | 32,42 | 0,25 | 111,13 | 120,86 | 135,44 | 151,78 | Racional | 24,08 | 26,19 | 29,35 | 32,89 | | | | | | | | 2 | Celular | 2,50 | 2,50 | 33,70 | 0,78 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Mangaral | 182+5 | 0,13 | 0,69 | 148 | 21,45 | 10,00 | 0,20 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional | 1,38 | 1,51 | 1,69 | 1,89 | | | | | | | | 1 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 2,42 | 0,57 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Mangaral | 244+0 | 0,92 | 1,23 | 226 | 18,37 | 15,40 | 0,22 | 161,48 | 175,62 | 196,80 | 220,54 | Racional | 1,70 | 1,85 | 2,07 | 2,32 | | | | | | | | 3 | Celular | 1,50 | 1,50 | 14,10 | 0,64 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Mangaral | 249+5 | 0,35 | 1,23 | 354 | 28,78 | 10,00 | 0,24 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 9,08 | 9,87 | 11,06 | 12,40 | | | | | | | | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,62 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Mangaral | 255+10 | 0,32 | 322,00 | 78 | 0,02 | 10,00 | 0,26 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 9,15 | 9,96 | 11,16 | 12,50 | | | | | | | | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,61 | | | | | | | | | | | | |

| Sub-bacia | Bacia | Área (Km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | Intensidade de chuva (mm/h) | | | Método de cálculo | Vazão (m³/s) | | | | | | OAC Existente | | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|------------|--------|--------------|-------|----------|-------|-----------------------------|--------|--------|-------------------|---------------------|-------|-----------------------|-------------------|--------------|--------|---------------|-------|-------|---------|--------------------|----------|--|------|--------|-------|-----------------------|-------------------|--------------|--------|------|-------|---|---------|--------------------|
| | | | | | | | | TR- anos | | | | Tipo | Func. | Q _e (m³/s) | Carga hídric. (m) | Throat (D/D) | Quant. | Tipo | B / Ø | H | Q crit. | Tíquete hidráulico | TR- anos | | | Tipo | Func. | Q _e (m³/s) | Carga hídric. (m) | Throat (D/D) | Quant. | Tipo | B / Ø | H | Q crit. | Tíquete hidráulico |
| | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | | | | | | | | | | | | 100 | 15 | 25 | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mangarai | 7+10 | 0.29 | 51 | 17,59 | 10,00 | 0,33 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,70 | 0,76 | 0,86 | 0,96 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,76 | 4,39 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,46 | | | | | | | | | |
| 2 | Mangarai | 15+10 | 0.18 | 55 | 30,56 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,30 | 0,32 | 0,36 | 0,41 | BSTC | Atende | 0,43 | 0,42 | 0,69 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,19 | | | | | | | | | |
| 3 | Mangarai | 24+0 | 0.03 | 67 | 35,26 | 10,00 | 0,27 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,43 | 0,47 | 0,53 | 0,59 | BSTC | Não atende | 0,16 | 1,08 | 2,70 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,28 | | | | | | | | | |
| 4 | Mangarai | 35+5 | 0.74 | 298 | 24,85 | 12,42 | 0,26 | 176,68 | 192,15 | 215,32 | 241,30 | Racional Modificado | 9,44 | 10,27 | 11,51 | 12,80 | BSTC | Não atende | 2,42 | 4,68 | 3,90 | 3 | Celular | 1,50 | 1,50 | 14,10 | 0,73 | | | | | | | | | |
| 5 | Mangarai | 55+3 | 0.05 | 87 | 26,36 | 10,00 | 0,31 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,83 | 0,90 | 1,01 | 1,13 | - | - | - | - | - | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,54 | | | | | | | | | |
| 6 | Mangarai | 83+10 | 70,62 | 666 | 3,23 | 330,50 | 0,22 | 23,61 | 25,68 | 28,78 | 32,25 | HEC-HMS | 66,58 | 72,41 | 81,14 | 90,93 | - | - | - | - | - | 7 | Celular | 3,00 | 3,00 | 186,05 | 0,77 | | | | | | | | | |
| 7 | Mangarai | 92+15 | 0.23 | 145 | 27,88 | 10,00 | 0,30 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 4,26 | 4,63 | 5,19 | 5,61 | BSTC | Não atende | 1,53 | 2,78 | 2,78 | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,59 | | | | | | | | | |
| 8 | Mangarai | 103+15 | 0.06 | 81 | 25,31 | 10,00 | 0,37 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 0,44 | 0,48 | 0,54 | 0,60 | BSTC | Não atende | 0,08 | 4,43 | 14,78 | 1 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 1,53 | 0,77 | | | | | | | | | |
| 9 | Mangarai | 151+15 | 0.24 | 145 | 17,26 | 10,00 | 0,28 | 191,76 | 208,55 | 233,70 | 261,89 | Racional Modificado | 1,18 | 1,29 | 1,44 | 1,62 | BSTC | Não atende | 0,16 | 8,95 | 22,37 | 3 | Tubular | 1,00 | 1,00 | 4,60 | 0,78 | | | | | | | | | |
| 10 | Mangarai | 162+5 | 1,53 | 261 | 11,97 | 26,50 | 0,23 | 124,06 | 134,93 | 151,20 | 169,44 | Racional Modificado | 12,13 | 13,19 | 14,78 | 16,56 | BSTC | Não atende | 0,16 | 29,06 | 72,64 | 2 | Celular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,66 | | | | | | | | | |
| 11 | Mangarai | 187+0 | 0.31 | 171 | 14,37 | 12,53 | 0,34 | 176,06 | 191,47 | 214,57 | 240,45 | Racional Modificado | 5,15 | 5,61 | 6,28 | 7,04 | BSTC | Não atende | 0,16 | 12,89 | 32,22 | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,71 | | | | | | | | | |
| 12 | Mangarai | 193+5 | 4,26 | 427 | 11,27 | 44,61 | 0,27 | 92,29 | 100,37 | 112,47 | 126,04 | Racional Modificado | 5,80 | 6,30 | 7,06 | 7,91 | BSTC | Não atende | 0,16 | 12,89 | 32,22 | 3 | Tubular | 1,20 | 1,20 | 7,25 | 0,71 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 44,41 | | | | | HEC-HMS | 25,51 | 27,74 | 31,09 | 34,84 | - | - | - | - | - | 3 | Celular | 2,50 | 2,50 | 50,55 | 0,62 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 11,20 | 14,70 | 20,60 | 28,10 | - | - | - | - | - | 3 | Celular | 2,50 | 2,50 | 50,55 | 0,62 | | | | | | | | | |

| Sub-bacia | Intensidade de chuva (mm/h) | | | | | | | | | | Vazão (m³/s) | | | | | OAC Existente | | | | | OAC Projetada (funcionando como canal) | | | | |
|-----------|-----------------------------|--------|------------|--------|--------------|-------|----------|------|----------|--------|--------------|-------------------|--------------------------------|-------|-----------------|---------------|--------|------|---------|------|--|-------------------|------|----|----|
| | Bacia | Estaca | Área (km²) | L (Km) | Desnível (m) | i (%) | Tc (min) | c | TR- anos | | | Método de cálculo | Tipo | Func. | Carga hidr. (m) | Tirante (MD) | Quant. | Tipo | B / O | H | Q crít. | Tirante hidratado | | | |
| | | | | | | | | | 15 | 25 | 50 | | | | | | | | | | | | 100 | 15 | 25 |
| 1 | Mangarat | 11+15 | 4,14 | 3,02 | 177 | 5,86 | 55,67 | 0,27 | 80,53 | 87,58 | 98,15 | 109,99 | Racional Modificado HEC-HMS | BSTC | Não atende | 1,53 | 14,18 | 2 | Cebular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,84 | | |
| 2 | Mangarat | 35+2 | 0,48 | 1,42 | 361 | 25,42 | 11,63 | 0,34 | 181,29 | 197,16 | 220,95 | 247,60 | Racional | BSTC | Não atende | 1,53 | 5,37 | 3 | Cebular | 1,50 | 1,50 | 14,10 | 0,63 | | |
| 3 | Mangarat | 48+7 | 2,90 | 2,61 | 339 | 12,99 | 32,78 | 0,27 | 110,45 | 120,11 | 134,60 | 150,84 | Racional | BSTC | Não atende | 1,53 | 14,11 | 3 | Cebular | 2,00 | 2,00 | 28,93 | 0,81 | | |
| 4 | Mangarat | 67+15 | 2,22 | 2,18 | 332 | 15,23 | 26,43 | 0,25 | 124,24 | 135,12 | 151,41 | 169,68 | Racional Modificado | BSTC | Não atende | 1,53 | 11,56 | 3 | Cebular | 2,00 | 2,00 | 28,93 | 0,66 | | |
| 5 | Mangarat | 91+5 | 1,02 | 1,74 | 322 | 16,51 | 17,79 | 0,26 | 151,31 | 164,55 | 184,40 | 206,64 | Racional Modificado | BSTC | Não atende | 0,88 | 10,11 | 2 | Cebular | 2,00 | 2,00 | 19,29 | 0,63 | | |

5.6.4 Apresentação

Apresenta-se no *Volume 2 – Projeto de Execução*, a representação gráfica do Projeto de Drenagem contemplando todos os elementos inerentes ao mesmo.

5.7 QUANTITATIVO

5.7.1 Quadros de Quantidade

Apresenta-se a seguir os Quadros de Quantidades para a implantação do presente projeto.

| ITEM | CÓDIGO | ÓRGÃO | DESCRIÇÃO SERVIÇO | UNID. | QUANT. | |
|-------------------------|--------|--------|---|-------------------------------|-----------|-----------|
| 01 TERRAPLENAGEM | | | | | | |
| 01.01 | 40167 | DER-ES | Limpeza, desmatamento e destocamento de árvores com diâmetro até 15 cm, com trator de esteira | m² | 67,00 | |
| 01.02 | 40171 | DER-ES | Destocamento de árvores com diâmetro de 15 a 30 cm, com trator de esteira | und | 4,00 | |
| 01.03 | 40166 | DER-ES | Roçada mecânica | m² | 26.998,57 | |
| 01.04 | 40224 | DER-ES | Carga de material de 1ª categoria | m³ | 26.998,57 | |
| 01.05 | 40230 | DER-ES | Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira | m³ | 15.634,80 | |
| 01.06 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=0,18km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 21.DMT 0 A 200 (1ª cat) | t | 6,08 |
| 01.07 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=0,35km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 22.DMT 200 A 400 (1ª cat) | t | 587,20 |
| 01.08 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=0,49km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 23.DMT 400 A 600 (1ª cat) | t | 4.259,84 |
| 01.09 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=0,73km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 24.DMT 600 A 800 (1ª cat) | t | 3.308,00 |
| 01.10 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=1,09km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 26.DMT 1000 A 1200 (1ª cat) | t | 7.676,40 |
| 01.11 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=1,5km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 28.DMT 1400 A 1600 (1ª cat) | t | 3.122,00 |
| 01.12 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=1,66km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 29.DMT 1600 A 1800 (1ª cat) | t | 512,00 |
| 01.13 | 60020 | DER-ES | LOCAL COM DMT DE 3,1 A 5,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,690XP + 0,776XR + 1,293) (XP=3,44km; XR=0km) - Trajeto: Pista → Pista | 33.DMT 3000 A 4000 (1ª cat) | t | 649,60 |
| 01.14 | 60022 | DER-ES | LOCAL COM DMT DE 10,1 A 15,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,530XP + 0,562XR + 1,194) (XP=2,85km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 36.DMT 10000 A 15000 (1ª cat) | t | 12.732,19 |
| 01.15 | 60024 | DER-ES | Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,204XP + 0,217XR + 7,840) (XP=7,88km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 37.DMT 15000 A 20000 (1ª cat) | t | 26.319,27 |
| 01.16 | 60024 | DER-ES | Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,204XP + 0,217XR + 7,840) (XP=13,25km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 38.DMT > 20000 (1ª cat) | t | 9.040,82 |
| 01.17 | 42940 | DER-ES | Demolição de material de 3ª categoria com fio diamantado | m³ | 781,74 | |
| 01.18 | 40218 | DER-ES | Fragmentação de rocha (fogacheamento) | m³ | 781,74 | |
| 01.19 | 40226 | DER-ES | Carga de material de 3ª categoria (rocha) | m³ | 781,74 | |
| 01.35 | 60022 | DER-ES | LOCAL COM DMT DE 10,1 A 15,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,530XP + 0,562XR + 1,194) (XP=2,85km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 39.DMT 10000 A 15000 (3ª cat) | t | 697,79 |
| 01.36 | 60024 | DER-ES | Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,204XP + 0,217XR + 7,840) (XP=7,88km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 40.DMT 15000 A 20000 (3ª cat) | t | 916,19 |
| 01.37 | 60024 | DER-ES | Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,204XP + 0,217XR + 7,840) (XP=13,25km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | 41.DMT > 20000 (3ª cat) | t | 105,85 |
| 01.38 | 43340 | DER-ES | Compactação de aterros 100% P.I. | m³ | 16.348,40 | |
| 01.39 | 43335 | DER-ES | Espalhamento / regularização / compactação de material em bota-fora | m³ | 3.977,23 | |
| 01.40 | 40724 | DER-ES | Enrocamento de pedra de mão arrumada exclusive transporte | m³ | 160,00 | |
| 01.41 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=24,6km) - Trajeto: Pedreira Brasilália P-01 (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 15.Brita / Pedra | t | 264,00 |
| 01.42 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 16.Brita / Pedra | t | 264,00 |
| 01.43 | 40725 | DER-ES | Gabiões com caixas galvanizadas, sem manta | m³ | 2.121,00 | |
| 01.44 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=24,6km) - Trajeto: Pedreira Brasilália P-01 (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 15.Brita / Pedra | t | 3.499,65 |
| 01.45 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 16.Brita / Pedra | t | 3.499,65 |
| 01.46 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 11.Madeira | t | 2,55 |
| 01.47 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 12.Madeira | t | 2,55 |
| 02 DRENAGEM | | | | | | |
| 02.01 | 40747 | DER-ES | Remoção de bueiros existentes | m | 718,00 | |
| 02.02 | 40087 | DER-ES | Limpeza e desobstrução de caixa coletora | und | 5,00 | |
| 02.03 | 40743 | DER-ES | Limpeza e desobstrução de BSTC e BSCC | m | 102,00 | |
| 02.04 | 40282 | DER-ES | Escavação mecânica em material de 1ª cat. H= 0,00 a 1,50 m | m³ | 5.591,34 | |
| 02.05 | 40283 | DER-ES | Escavação mecânica em material de 1ª cat. H= 1,50 a 3,00 m | m³ | 5.591,34 | |

| ITEM | CÓDIGO | ÓRGÃO | DESCRIÇÃO SERVIÇO | UNID. | QUANT. | |
|-------|---------|--------|---|-----------------------|-----------|----------|
| 02.06 | 40284 | DER-ES | Escavação mecânica em material de 1ª cat. H= 3,00 a 4,50 m | m³ | 5.591,34 | |
| 02.07 | 40303 | DER-ES | Reaterro de cavas c/ compactação mecânica (compactador manual) | m³ | 12.612,71 | |
| 02.08 | 60024 | DER-ES | Transporte de materiais para DMT acima de 15 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,204XP + 0,217XR + 7,840) (XP=7,88km; XR=9,9km) - Trajeto: Pista → Bota Fora | t | 6.658,10 | |
| 02.09 | 40425 | DER-ES | Corpo BSTC (greide) diâmetro 0,40 m CA-2 MF inclusive escavação, reaterro e transporte do tubo | m | 2.929,40 | |
| 02.10 | 40455 | DER-ES | Corpo BSTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-2 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo | m | 354,00 | |
| 02.11 | 40460 | DER-ES | Corpo BSTC (grota) diâmetro 1,20 m CA-2 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo | m | 10,00 | |
| 02.12 | 40478 | DER-ES | Corpo BDTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-2 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo | m | 117,00 | |
| 02.13 | 40501 | DER-ES | Corpo BTTC (grota) diâmetro 1,00 m CA-2 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo | m | 57,00 | |
| 02.14 | 40506 | DER-ES | Corpo BTTC (grota) diâmetro 1,20 m CA-2 PB exclusive escavação e reaterro, inclusive transporte do tubo | m | 60,00 | |
| 02.15 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 09.Tubo de concreto | t | 1.505,16 |
| 02.16 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 10.Tubo de concreto | t | 1.505,16 |
| 02.17 | 40574 | DER-ES | Corpo de BSCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 8,00 | |
| 02.18 | 40586 | DER-ES | Corpo de BDCC 1,50 x 1,50 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 33,00 | |
| 02.19 | 40587 | DER-ES | Corpo de BDCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 99,00 | |
| 02.20 | 40589 | DER-ES | Corpo de BDCC 2,50 x 2,50 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 10,00 | |
| 02.21 | 40601 | DER-ES | Corpo de BTCC 1,50 x 1,50 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 60,00 | |
| 02.22 | 40602 | DER-ES | Corpo de BTCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 51,00 | |
| 02.23 | 40606 | DER-ES | Corpo de BTCC 3,00 x 3,00 m projeto DNIT para H <= 2,50 m | m | 5,00 | |
| 02.24 | 40529 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 0,40 m | und | 338,00 | |
| 02.25 | 40532 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,00 m | und | 90,00 | |
| 02.26 | 40533 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BSTC diâmetro 1,20 m | und | 2,00 | |
| 02.27 | 40537 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BDTC diâmetro 1,00 m | und | 30,00 | |
| 02.28 | 40542 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,00 m | und | 12,00 | |
| 02.29 | 40543 | DER-ES | Boca de concreto ciclópico para BTTC diâmetro 1,20 m | und | 16,00 | |
| 02.30 | 40614 | DER-ES | Boca de BSCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT | und | 2,00 | |
| 02.31 | 40620 | DER-ES | Boca de BDCC 1,50 x 1,50 m projeto DNIT | und | 6,00 | |
| 02.32 | 40621 | DER-ES | Boca de BDCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT | und | 22,00 | |
| 02.33 | 40623 | DER-ES | Boca de BDCC 2,50 x 2,50 m projeto DNIT | und | 2,00 | |
| 02.34 | 40629 | DER-ES | Boca de BTCC 1,50 x 1,50 m projeto DNIT | und | 16,00 | |
| 02.35 | 40630 | DER-ES | Boca de BTCC 2,00 x 2,00 m projeto DNIT | und | 16,00 | |
| 02.36 | 40634 | DER-ES | Boca de BTCC 3,00 x 3,00 m projeto DNIT | und | 2,00 | |
| 02.37 | COMP-01 | COMP | Caixa seca em blocos de concretos espaçados, dimensões internas: 1,37x1,43m | und | 402,00 | |
| 02.38 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=24,6km) - Trajeto: Pedreira Brasilândia P-01 (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 15.Brita / Pedra | t | 303,91 |
| 02.39 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 16.Brita / Pedra | t | 303,91 |
| 02.40 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 19.Materiais drenagem | t | 153,31 |
| 02.41 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 20.Materiais drenagem | t | 153,31 |
| 02.42 | 40703 | DER-ES | Canaleta de concreto, com forma retangular inclusive caiação - parede 12 cm | m | 9.050,55 | |
| 02.43 | 40672 | DER-ES | Canaleta com grelha DP-1, inclusive transporte da grelha | m | 215,00 | |
| 02.44 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 19.Materiais drenagem | t | 21,50 |

| ITEM | CÓDIGO | ÓRGÃO | DESCRIÇÃO SERVIÇO | UNID. | QUANT. |
|---|---------|--------|--|-------|------------|
| 02.45 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>20.Materiais drenagem</i> | t | 21,50 |
| 02.46 | 40657 | DER-ES | Mureta de corte em rocha | m | 1.961,00 |
| 02.47 | 40706 | DER-ES | Transposição de segmento de sarjeta - TSS 01, inclusive transporte do tubo de concreto | m | 1.061,00 |
| 02.48 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras <i>09.Tubo de concreto</i> | t | 42,44 |
| 02.49 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>10.Tubo de concreto</i> | t | 42,44 |
| 02.50 | COMP-04 | COMP | Sarjeta 40/10 revestida com 5cm de mistura (Solo-50% - Revsol-50%), exclusive transporte do Revsol, conforme projeto tipo | m | 65.323,00 |
| 02.51 | 41180 | DER-ES | Sarjeta de concreto SCA 40/10 | m | 29.239,00 |
| 02.52 | 40674 | DER-ES | Entrada para descida d'água EDA-02 | und | 30,00 |
| 02.53 | 40673 | DER-ES | Entrada para descida d'água EDA-01 | und | 150,00 |
| 02.54 | COMP-02 | COMP | Saída d'água simples escavada, com revestimento em grama | und | 1.391,00 |
| 02.55 | COMP-03 | COMP | Saída d'água dupla escavada, com revestimento em grama | und | 56,00 |
| 02.56 | 40683 | DER-ES | Descida d'água concreto armado (degraus) c/ caiação (DSA-03A) degrau | m | 1.784,00 |
| 02.57 | 40728 | DER-ES | Dissipador de energia aplicado a saída d'água tipo DP-1 | und | 231,00 |
| 03 PAVIMENTAÇÃO | | | | | |
| 03.01 | 40754 | DER-ES | Regularização e compactação do sub-leito (100% P.I.) H = 0,20 m | m² | 291.437,43 |
| 03.02 | 40781 | DER-ES | Base solo brita, 50% em peso, inclusive fornecimento e transporte da brita | m³ | 16.134,90 |
| 03.03 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=24,6km) - Trajeto: Pedreira Brasília P-01 (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras <i>15.Brita / Pedra</i> | t | 16.941,65 |
| 03.04 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>16.Brita / Pedra</i> | t | 16.941,65 |
| 03.05 | 40816 | DER-ES | Imprimação exclusive fornecimento e transporte comercial do material betuminoso | m² | 107.566,00 |
| 03.06 | 40884 | DER-ES | Pavimentação com blocos de concreto (35 MPa), esp.= 08 cm, colchão areia esp.= 5cm, inclusive fornecimento e transporte dos blocos e areia | m² | 46.908,00 |
| 03.07 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=47,6km) - Trajeto: Areal Mirella Machado A-01 (Viana/ES) → Canteiro de Obras <i>17.Areia</i> | t | 3.518,10 |
| 03.08 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>18.Areia</i> | t | 3.518,10 |
| 03.09 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=45km) - Trajeto: Fornecedor (Serra/ES) → Canteiro de Obras <i>13.Blocos de concreto p/ pavimentação</i> | t | 9.006,34 |
| 03.10 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>14.Blocos de concreto p/ pavimentação</i> | t | 9.006,34 |
| 03.11 | 40828 | DER-ES | T.S.B.D. sem capa selante exclusive fornecimento e transporte comercial da emulsão, inclusive lavagem e transporte comercial da brita | m² | 60.658,00 |
| 03.12 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=24,6km) - Trajeto: Pedreira Brasília P-01 (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras <i>15.Brita / Pedra</i> | t | 2.668,95 |
| 03.13 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>16.Brita / Pedra</i> | t | 2.668,95 |
| 03.14 | 40760 | DER-ES | Estabilização granulométrica de solos c/ mistura na pista 100% P.M. | m³ | 27.580,71 |
| 03.15 | 40230 | DER-ES | Escavação e carga de material de 1ª categoria com escavadeira | m³ | 21.911,34 |
| 03.16 | 60002 | DER-ES | TR-201-00 (Comercial - Caminhão basculante) (DMT=0,596XP + 0,621XR + 2,484) (XP=0km; XR=35km) - Trajeto: Arcelor Mittal (Serra/ES) → Canteiro de Obras <i>42.REVSOL</i> | t | 30.338,78 |
| 03.17 | 60019 | DER-ES | LOCAL COM DMT ATÉ 3,0 KM (Caminhão basculante) (DMT=0,769XP + 0,850XR + 1,350) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista <i>43.REVSOL</i> | t | 30.338,78 |
| FORNECIMENTO DE MATERIAIS BETUMINOS | | | | | |
| 03.18 | 40968 | DER-ES | CM-30, fornecimento | t | 129,08 |
| 03.19 | 40969 | DER-ES | Emulsão RR-2C, fornecimento | t | 212,30 |
| 03.20 | 40972 | DER-ES | Bonificação de 20,93% sobre Materiais Betuminosos | % | 20,93 |
| TRANSPORTES DE MATERIAIS BETUMINOSOS | | | | | |
| 03.21 | 100849 | DER-ES | Transporte de Material Asfáltico (DNIT), inclusive BDI diferenciado (DMT=0,424XP + 0,501XR + 45,317) (XP=0km; XR=553km) - Trajeto: REDUC (Duque de Caxias/RJ) → Canteiro de Obras <i>03.CM-30 p/ Imprimação</i> | t | 129,08 |

| ITEM | CÓDIGO | ÓRGÃO | DESCRIÇÃO SERVIÇO | UNID. | QUANT. | |
|--|---------|--------|---|-------------------------|--------|-----------|
| 03.22 | 100849 | DER-ES | Transporte de Material Asfáltico (DNIT), inclusive BDI diferenciado (DMT=0,424XP + 0,501XR + 45,317) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 04.CM-30 p/ Imprimação | t | 129,08 |
| 03.23 | 100849 | DER-ES | Transporte de Material Asfáltico (DNIT), inclusive BDI diferenciado (DMT=0,424XP + 0,501XR + 45,317) (XP=0km; XR=553km) - Trajeto: REDUC (Duque de Caxias/RJ) - Canteiro de Obras | 01.RR-2C p/ TSD | t | 212,30 |
| 03.24 | 100849 | DER-ES | Transporte de Material Asfáltico (DNIT), inclusive BDI diferenciado (DMT=0,424XP + 0,501XR + 45,317) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 02.RR-2C p/ TSD | t | 212,30 |
| 04 SERVIÇOS COMPLEMENTARES | | | | | | |
| 04.01 | 42200 | DER-ES | Hidrossemeadura simples em taludes | | m² | 13.595,25 |
| 04.02 | 40899 | DER-ES | Cerca de arame farpado 4 fios com mourões a cada 2,0 m, esticadores de madeira, a cada 20,0 m, inclusive transporte de mourão e arame farpado) | | m | 2.814,00 |
| 04.03 | 60004 | DER-ES | TR-203-00 (Comercial - Caminhão carroceria) (DMT=0,588XP + 0,612XR) (XP=0km; XR=20km) - Trajeto: Cidade apoio (Cariacica/ES) → Canteiro de Obras | 07.Materiais para cerca | t | 47,28 |
| 04.04 | 60010 | DER-ES | Transporte Local de Materiais (TR-101-01) (Vias urbanas - Caminhão basculante) (DMT=0,931XP + 1,241XR + 1,551) (XP=7,21km; XR=9,9km) - Trajeto: Canteiro de Obras → Pista | 08.Materiais para cerca | t | 47,28 |
| 05 INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS | | | | | | |
| SERVIÇOS PRELIMINARES | | | | | | |
| 05.01 | 40167 | DER-ES | Limpeza, desmatamento e destocamento de árvores com diâmetro até 15 cm, com trator de esteira | | m² | 2.500,00 |
| 05.02 | 40754 | DER-ES | Regularização e compactação do sub-leito (100% P.I.) H = 0,20 m | | m² | 2.500,00 |
| 05.03 | 41500 | DER-ES | Placa de obra nas dimensões de 3,0 x 6,0 m, padrão DER-ES | | m² | 18,00 |
| DEPENDÊNCIAS DA ÁREA TÉCNICA E ADMINISTRATIVA | | | | | | |
| 05.04 | 41531 | DER-ES | Barracão em chapa compensada 12mm e pont. 8x8cm, piso cimentado e cobertura de telhas fibrocimento 6mm, incl. ponto de luz | | m² | 36,25 |
| 05.05 | 41530 | DER-ES | Refeitório c/ paredes chapa de comp. 12mm e pont. 8x8cm, piso ciment. e cob. telhas fibroc. 6mm, incl. ponto de luz e cx. de insp. (1,21m²/func/turno) | | m² | 30,00 |
| 05.06 | 41529 | DER-ES | Sanitário e vestiário de 40/60 func., c/ 33,90m², paredes chapa compens. 12mm e pont. 8x8cm, piso ciment., cobert. telha fibroc., incl. luz e cx. insp | | und | 1,00 |
| 05.07 | 41527 | DER-ES | Reservatório de fibra de vidro de 1000 L, incl. suporte em madeira de 7x12cm, elevado de 4m | | und | 1,00 |
| ÁREA INDUSTRIAL | | | | | | |
| 05.08 | 41531 | DER-ES | Barracão em chapa compensada 12mm e pont. 8x8cm, piso cimentado e cobertura de telhas fibrocimento 6mm, incl. ponto de luz | | m² | 77,80 |
| 05.09 | 41555 | DER-ES | Sistema separador de água e óleo | | und | 1,00 |
| 05.10 | 40360 | DER-ES | Concreto estrutural fck = 20,0 MPa, tudo incluído | | m³ | 20,00 |
| 05.11 | 40313 | DER-ES | Formas planas de madeira com 04 (quatro) reaproveitamentos, inclusive fornecimento e transporte das madeiras | | m² | 170,00 |
| 05.12 | 40376 | DER-ES | Aço CA-50, fornecimento, dobragem e colocação nas formas (preço médio das bitolas) | | kg | 2.700,00 |
| REDES | | | | | | |
| 05.13 | 41503 | DER-ES | Rede de luz, incl. padrão entr. energia trifás. cabo ligação até barracões, quadro distrib., disj. e chave de força, cons. 20m entre padrão entr.e QDG | | m | 20,00 |
| 05.14 | 41501 | DER-ES | Rede de água c/ padrão de entrada d'água diâm. 3/4" conf. CESAN, incl. tubos e conexões p/ aliment., distrib., extravas. e limp., cons. o padrão a 25m | | m | 25,00 |
| 05.15 | 41499 | DER-ES | Rede de esgoto, contendo fossa e filtro, incl. tubos e conexões de ligação entre caixas, considerando distância de 25m | | m | 25,00 |
| LABORATÓRIOS | | | | | | |
| 05.16 | 10587 | DER-ES | Aluguel mensal de instrumento de topografia (Estação Total) | | mês | 12,00 |
| 05.17 | COMP-07 | COMP | Equipe de Laboratório (Mão de Obra) | | mês | 12,00 |
| 05.18 | COMP-08 | COMP | Equipe de Topografia (Mão de Obra) | | mês | 12,00 |
| ADMINISTRAÇÃO LOCAL | | | | | | |
| 05.19 | COMP-06 | COMP | Administração local | | mês | 12,00 |
| 06 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS | | | | | | |
| 06.01 | COMP-05 | COMP | Mobilização e Desmobilização de Equipamentos | | und | 1,00 |
| 07 ELABORAÇÃO DE PROJETOS EXECUTIVOS | | | | | | |
| 07.01 | 40072 | DER-ES | Deslocamento (ida e volta) de equipe para realização de serviços de topografia em locais situados de 51 a 150 km | | Ud | 1,00 |
| 07.02 | 42548 | DER-ES | Implantação de base (par de marcos) de concreto, georreferenciados com GPS de dupla frequência, inclusive pós processamento | | Ud | 11,00 |
| 07.03 | 42581 | DER-ES | Implantação de eixo de locação, seções e cadastro em região montanhosa | | KM | 53,99 |

| ITEM | CÓDIGO | ÓRGÃO | DESCRIÇÃO SERVIÇO | UNID. | QUANT. |
|-------|--------|--------|--|-------|--------|
| 07.04 | 42549 | DER-ES | Implantação de poligonal de amarração em marcos de concreto, espaçamento máximo 500 m, com nivelamento geométrico, inclusive pós processamento | KM | 53,99 |
| 07.05 | 42641 | DER-ES | Levantamento Planialtimétrico Cadastral em região montanhosa (400 pontos/ha) | ha | 647,97 |
| 07.06 | 42589 | DER-ES | Nivelamento geométrico em região de relevo montanhoso, inclusive contranivelamento | KM | 53,99 |
| 07.07 | 43225 | DER-ES | Estudos Geológicos e Geotécnicos para Projeto de Pavimentação - Implantação | KM | 53,99 |
| 07.08 | 42630 | DER-ES | Projeto Geométrico de rodovias com pista simples em área rural | KM | 53,99 |
| 07.09 | 43107 | DER-ES | Projeto de Terraplenagem de rodovias em pista simples área rural | KM | 53,99 |
| 07.10 | 43112 | DER-ES | Projeto de Drenagem e OAC de rodovias em pista simples em área rural | KM | 53,99 |
| 07.11 | 43149 | DER-ES | Projeto de Pavimentação para implantação de rodovias em pista simples | KM | 53,99 |
| 07.12 | 43153 | DER-ES | Projeto de Sinalização para implantação de rodovias em pista simples área rural | KM | 53,99 |
| 07.13 | 43196 | DER-ES | Projeto de Obras Complementares em rodovias | KM | 53,99 |
| 07.14 | 42642 | DER-ES | Diagnóstico Arqueológico Prospectivo até 15 km | Ud | 1,00 |
| 07.15 | 42657 | DER-ES | Diagnóstico Arqueológico Prospectivo para extensão excedente a 15 km | KM | 38,99 |
| 07.16 | 43277 | DER-ES | Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) em rodovias com extensão até 10 km | Ud | 1,00 |
| 07.17 | 43278 | DER-ES | Estudos e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) em rodovias para extensão excedente a 10 km | KM | 43,99 |
| 07.18 | 42983 | DER-ES | Projeto de Soluções de Interferências Urbanas | KM | 53,99 |
| 07.19 | 43223 | DER-ES | Projeto de Desapropriação em área rural | Ud | 350,00 |
| 07.20 | 43181 | DER-ES | Programação e Plano de execução de obras rodoviárias em região rural, extensão maior que 30 km | Ud | 1,00 |

5.7.2 Quadro Resumo das Distâncias Médias de Transportes

Apresenta-se a seguir o Quadro Resumo das Distâncias Médias de Transportes (DMT).

| QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE (DMT) | | | | | | | | |
|---|---|---|--|---|--------------------------------------|---------------|------|--------------|
| SERVIÇO | MATERIAL | PERCURSO | | DMT (km) | | | | |
| | | ORIGEM | DESTINO | XR | XP | TOTAL | | |
| Terraplenagem | Solo | Cortes Trecho 01 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 01 (Barra de São Francisco / ES) | 0,60 | | 0,60 | | |
| | | Cortes Trecho 02 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 02 (Barra de São Francisco / ES) | 3,65 | | 3,65 | | |
| | | Cortes Trecho 04 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 04 (Barra de São Francisco / ES) | 3,22 | | 3,22 | | |
| | | Cortes Trecho 05 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 05 (Barra de São Francisco / ES) | 1,66 | | 1,66 | | |
| | | Cortes Trecho 06 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 06 (Barra de São Francisco / ES) | 1,50 | | 1,50 | | |
| | | Cortes Trecho 07 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 07 (Barra de São Francisco / ES) | 1,08 | | 1,08 | | |
| | | Cortes Trecho 09 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 09 (Barra de São Francisco / ES) | 0,18 | | 0,18 | | |
| | | Cortes Trecho 10 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 10 (Barra de São Francisco / ES) | 0,41 | | 0,41 | | |
| | | Cortes Trecho 11 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 11 (Barra de São Francisco / ES) | 0,35 | | 0,35 | | |
| | | Cortes Trecho 12 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 12 (Barra de São Francisco / ES) | 1,10 | | 1,10 | | |
| | | Cortes Trecho 13 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 13 (Barra de São Francisco / ES) | 0,47 | | 0,47 | | |
| | | Cortes Trecho 14 (Barra de São Francisco / ES) | Aterros Trecho 14 (Barra de São Francisco / ES) | 0,73 | | 0,73 | | |
| | | Terraplenagem | Bota-fora | Obra (Trecho 01 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | 14,00 | 9,90 | 23,90 |
| | | | | Obra (Trecho 02 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | 12,50 | 9,90 | 22,40 |
| Obra (Trecho 03 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 7,90 | 9,90 | 17,80 | | |
| Obra (Trecho 04 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 9,40 | 9,90 | 19,30 | | |
| Obra (Trecho 05 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 8,50 | 9,90 | 18,40 | | |
| Obra (Trecho 06 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 6,40 | 9,90 | 16,30 | | |
| Obra (Trecho 07 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 8,60 | 9,90 | 18,50 | | |
| Obra (Trecho 08 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 8,40 | 9,90 | 18,30 | | |
| Obra (Trecho 09 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 8,60 | 9,90 | 18,50 | | |
| Obra (Trecho 10 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 5,20 | 9,90 | 15,10 | | |
| Obra (Trecho 11 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 4,40 | 9,90 | 14,30 | | |
| Obra (Trecho 12 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 3,40 | 9,90 | 13,30 | | |
| Obra (Trecho 13 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 2,00 | 9,90 | 11,90 | | |
| Obra (Trecho 14 - Santa Leopoldina/ES) | Bota-fora (Santa Leopoldina / ES) | | | 1,60 | 9,90 | 11,50 | | |
| Base em solo-brita | Brita | Pedreira Brasitália P-01 (Cariacica / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 24,60 | 24,60 | | |
| Imprimação | CM-30 | REDUC (Duque de Caxias / RJ) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 553,00 | 553,00 | | |
| Pintura de Ligação | RR-1C | REDUC (Duque de Caxias / RJ) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 553,00 | 553,00 | | |
| Revestimento em bloco pré-moldado de concreto | Bloco | Fornecedor (Serra / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 45,00 | 45,00 | | |
| | Areia | Areal Mirella Machado A-01 (Viana / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 47,60 | 47,60 | | |
| Revestimento em Tratamento Superficial Duplo (TSD) | RR-2C | REDUC (Duque de Caxias / RJ) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 553,00 | 553,00 | | |
| Revestimento em Solo-Revsol | Revsol | Fornecedor (Vitória / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 35,00 | 35,00 | | |
| Drenagem / Obras Gerais | Diversos (Cimento / Madeira / Tijolo / Grama / Tubos / Aço) | Fornecedor (Cariacica / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 20,00 | 20,00 | | |
| | Brita | Pedreira Brasitália P-01 (Cariacica / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 24,60 | 24,60 | | |
| | Areia | Areal Mirella Machado A-01 (Viana / ES) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | | 47,60 | 47,60 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 01 - Santa Leopoldina/ES) | 14,00 | 9,90 | 23,90 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 02 - Santa Leopoldina/ES) | 12,50 | 9,90 | 22,40 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 03 - Santa Leopoldina/ES) | 7,90 | 9,90 | 17,80 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 04 - Santa Leopoldina/ES) | 9,40 | 9,90 | 19,30 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 05 - Santa Leopoldina/ES) | 8,50 | 9,90 | 18,40 | | |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 06 - Santa Leopoldina/ES) | 6,40 | 9,90 | 16,30 | | |

| QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE (DMT) | | | | | | |
|---|--|--|---|----------|------|--------------|
| SERVIÇO | MATERIAL | PERCURSO | | DMT (km) | | |
| | | ORIGEM | DESTINO | XR | XP | TOTAL |
| Canteiro de Obras | Diversos (Brita / Areia / Cimento / Madeira / Tijolo / Grama / Tubos / Aço) | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 07 - Santa Leopoldina/ES) | 8,60 | 9,90 | 18,50 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 08 - Santa Leopoldina/ES) | 8,40 | 9,90 | 18,30 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 09 - Santa Leopoldina/ES) | 8,60 | 9,90 | 18,50 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 10 - Santa Leopoldina/ES) | 5,20 | 9,90 | 15,10 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 11 - Santa Leopoldina/ES) | 4,40 | 9,90 | 14,30 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 12 - Santa Leopoldina/ES) | 3,40 | 9,90 | 13,30 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 13 - Santa Leopoldina/ES) | 2,00 | 9,90 | 11,90 |
| | | Canteiro de Obras (Santa Leopoldina / ES) | Obra (Trecho 14 - Santa Leopoldina/ES) | 1,60 | 9,90 | 11,50 |
| | | DMT adotado | | | | 7,21 |

Observações: XR = Não Pavimentada / XP = Pavimentada

6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

6.1 NORMAS GERAIS DE TRABALHO

Apresenta-se a seguir as normas gerais de trabalho preconizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e adaptadas para o presente projeto do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo (DER/ES).

6.1.1 Generalidades

Onde, na documentação contratual, forem empregados os termos e abreviações abaixo, deverão os mesmos serem interpretados como a seguir indicado:

a. Abreviações

DER/ES - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Espírito Santo.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

EB - Especificação Brasileira.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

b. Termos

CONCORRENTE - Pessoa Jurídica, ou consórcio de firmas atuando diretamente ou através de um representante devidamente credenciado, que esteja submetendo legalmente uma proposta.

CONTRATO - O documento que regula a execução dos serviços e define os compromissos e obrigações da Executante e do DER/ES.

EXECUTANTE, CONTRATANTE - Pessoa Jurídica ou consórcio que empreende a execução dos serviços objeto do contrato e que atua diretamente ou através de seus agentes, empregados ou subcontratantes.

PRAZO - A não ser que designado de outra forma, prazo, como usado na documentação contratual e nas especificações, deverá ser compreendido como contado em dias consecutivos.

PROJETO - Representação gráfica dos detalhes dos serviços a serem executados e objeto do contrato.

PROJETO BÁSICO AMBIENTAL - Instrumento elaborado, na forma de legislação vigente, e constituído, basicamente, dos Programas Ambientais estabelecidos com a finalidade da mitigação e da compensação dos impactos ambientais negativos decorrentes da execução das obras e que foram identificados/avaliados no EIA/ RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental). Tal instrumento fundamentou a concessão de Licença de Instalação Ambiental por parte do IBAMA.

FISCALIZAÇÃO - O DER/ES que, para tanto, contará com o assessoramento e apoio técnico de Firms Consultoras especializadas a serem contratadas. Este assessoramento e apoio ao DER/ES, no que concerne aos encargos relativos ao acompanhamento da implantação/ desenvolvimento dos Programas Ambientais será assumido por Firma Consultora especializada, através de contrato específico, desvinculado dos contratos referentes à supervisão ordinária das obras.

ORDEM DE SERVIÇO - Ordem escrita, expedida pela Fiscalização à Executante determinando a execução de serviços de acordo com o contrato, inclusive as modificações que não envolvam alteração na base de pagamento.

ESPECIFICAÇÕES - Definição escrita do modo de execução dos serviços, da qualidade dos materiais e dos métodos de controle, medição e pagamento, para os itens de serviço cuja construção ou execução são previstas no contrato.

6.1.2 Canteiro de Obras, Mão-de-Obra e Equipamento

- a. A mobilização consistirá na colocação e montagem, no local da obra, de todo o equipamento necessário à execução dos serviços, de acordo com o cronograma de equipamento proposto, inclusive a instalação de usinas centrais e depósitos, bem como a construção de alojamentos, escritórios e outras instalações necessárias ao trabalho.
- b. Será considerado como mobilização a obtenção, preparo e conservação das áreas e respectivos acessos a serem utilizados.
- c. A desmobilização consistirá na desmontagem e retirada do canteiro da obra de todos os equipamentos e instalações executadas, com exceção das instalações para a Fiscalização.
- d. Não haverá qualquer pagamento em separado para mobilização e desmobilização. Seus custos deverão ser incluídos nos preços propostos para os vários itens de serviço, constantes dos Quadros de Quantidades.
- e. Toda aquisição de terreno, direitos de exploração, servidões, facilidades ou direitos de acesso que venham a ser necessários para pedreiras, jazidas, aguadas ou outras finalidades que estejam além dos limites da faixa de domínio, deverão ser adquiridos pela Executante e o seu custo incluído nos preços propostos para os vários itens de serviços.
- f. Antes de utilizar quaisquer pedreiras, jazidas, empréstimos ou quaisquer áreas dentro da faixa de domínio, para armazenamento que não seja temporário ou para fins normais de execução do projeto, a Executante deverá obter autorização, por escrito, da Fiscalização.
- g. O DER/ES se reserva o direito de executar serviços com os seus próprios empregados, empregados de outras firmas executantes e com empregados dos serviços de utilidade pública adjacentes, dentro dos limites do trecho contratado, durante a fase de construção.
- h. A Executante deverá desempenhar seus serviços e colaborar com os empregados do DER/ES, de outras firmas executantes e dos serviços de utilidade pública, de maneira a causar a mínima

interferência possível. No caso de surgir uma diferença de opinião quanto aos direitos respectivos das várias partes trabalhando dentro dos limites do trecho contratado, a Fiscalização decidirá dos direitos respectivos, com vistas a concluir, satisfatoriamente, os serviços, em geral harmonia.

- i. A Executante não será responsável por danos que venham a ser causados no serviço executado por empregados do DER/ES, de outras firmas que não sejam seus subcontratantes ou dos serviços de utilidade pública.
- j. A Executante será considerada responsável pelos danos por ela causados nos serviços executados por empregados do DER/ES, de outras firmas executantes ou dos serviços de utilidade pública e deverá fazer face ao custo de todos os reparos por tais danos.
- k. A Executante deverá, durante todo o tempo, proporcionar supervisão adequada, mão-de-obra e equipamentos suficientes para executar os serviços até a sua conclusão, dentro do prazo requerido no Contrato.
- l. Todo o pessoal da Executante deverá possuir habilitação e experiência para executar, adequadamente, os serviços que lhes forem atribuídos.
- m. Qualquer empregado, operário ou empregado da Executante, ou de qualquer subcontratante que, na opinião da Fiscalização, não executar o seu trabalho de maneira correta e adequada, ou seja, desrespeitoso, temperamental, desordenado ou indesejável por outros motivos, deverá, mediante solicitação por escrito da Fiscalização, ser afastado imediatamente pela Executante.
- n. Quando a Executante ou seu Representante não estiver presente em determinado setor de trabalho onde seja necessário ministrar instruções, estas serão dadas pela Fiscalização e deverão ser recebidas e acatadas pela pessoa eventualmente encarregada do serviço em questão.
- o. A Executante deverá fornecer equipamentos dos tipos, tamanhos e quantidades que venham a ser necessários para executar, satisfatoriamente, os serviços. Todos os equipamentos usados deverão ser adequados de modo a atender às exigências dos serviços e produzir qualidade e quantidade satisfatória dos mesmos. A Fiscalização poderá ordenar a remoção e exigir a substituição de qualquer equipamento não satisfatório.
- p. Os trabalhos de relocação da estrada e de marcação de alinhamento e cotas para construção serão executados pela Executante, com base nas amarrações de alinhamento e referências de nível indicados pelo DER/ES.

- q. As estacas de marcação de cristas de corte e pés de aterros deverão ser colocadas por nivelamento geométrico. O uso de desenhos de seções transversais para marcar esses pontos, somente será permitido como aproximação para facilitar esse trabalho.
- r. A Executante não poderá trabalhar, após o pôr do sol, ou antes, da aurora, sem o consentimento da Fiscalização, em qualquer serviço que requeira ensaio imediato, aprovação de material ou medição.

6.1.3 Materiais

- a. Todos os materiais devem estar de acordo com as Especificações. Caso a Fiscalização julgue necessário, poderá solicitar da Executante a apresentação de informação, por escrito, dos locais de origem dos materiais.

A Executante deverá submeter à aprovação da Fiscalização amostras de todos os materiais a serem utilizados e todos os materiais empregados deverão estar integralmente de acordo com as amostras aprovadas. Caso julgue necessário, a Fiscalização poderá solicitar a apresentação de Certificados de Ensaio relativos a materiais a serem utilizados e o fornecimento de amostras dos mesmos.

A Executante deverá efetuar todos os controles necessários para assegurar que a qualidade dos materiais empregados está em conformidade com as Especificações. Os ensaios e verificações a seu cargo serão executados por laboratório aprovado pela Fiscalização.

Nenhum pagamento adicional será efetuado em remuneração aos serviços acima descritos e seu custo deverá estar incluído nos preços unitários constantes de sua proposta.

- b. Antes de apresentar sua proposta, o Concorrente deverá visitar o local das obras, a fim de se inteirar do vulto das mesmas, de modo a elaborar seu orçamento baseado em sua própria avaliação das condições locais.

Após a celebração do contrato, não será levada em conta qualquer reclamação ou solicitação de alteração dos preços constantes de sua proposta.

6.1.4 Segurança e Conveniência Pública

- a. A Executante deverá, em qualquer ocasião, tomar o necessário cuidado em todas as operações e uso do seu equipamento, para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde, para fins de facilitar o tráfego, os projetos exigirem que qualquer base, revestimento ou pavimento sejam construídos em uma faixa de cada vez, a faixa que não estiver sendo construída deverá ser aberta ao tráfego público, sob controle de direção única, alternando. Tais trechos não devem estender-se por mais de 3 quilômetros.

Se a Executante julgar conveniente poderá, com aprovação prévia da Fiscalização e sem remuneração extra, construir e conservar variantes para desviar o tráfego do local dos serviços. Quando indicado no Projeto, a Executante deverá desviar o tráfego para uma passagem aprovada. Deverá, ainda, conservar em perfeitas condições de segurança, pontes provisórias de desvios, acessos provisórios, cruzamentos com ferrovias ou outras estradas, etc..

Quando ordenado pela Fiscalização, a Executante deverá fornecer sinalizadores, a fim de possibilitar a passagem do tráfego, sob os controles de direção única. Nenhum pagamento em separado será feito para os referidos sinalizadores.

- b. A carga máxima total de qualquer equipamento carregado permitida em qualquer das pontes existentes, durante o tempo de construção, será de 25 toneladas. Passagens isoladas de equipamentos mais pesados só poderão ser permitidas mediante autorização escrita da Fiscalização.

Os derramamentos resultantes das operações de transporte ao longo ou através de qualquer via pública deverão ser removidos, imediatamente, pela Executante, com ônus para a mesma.

As operações de construção deverão ser executadas de tal maneira que, causem o mínimo incômodo possível às propriedades limítrofes.

- c. Na definição do Plano de Execução das Obras, a Executante deverá priorizar as situações no sentido de atenuar/ minimizar as interferências do tráfego usuário/ local com o tráfego de obra – bem como submeter à Fiscalização para aprovação antes do início de qualquer obra, o respectivo projeto de sinalização provisória.

Este Projeto deverá atender à regulamentação vigente e prever a utilização de dispositivos considerando sinais de trânsito, dispositivos de canalização, dispositivos luminosos e controle de trânsito.

- d. Quando o uso de explosivos for necessário para a execução do trabalho, a Executante deverá tomar o máximo cuidado a fim de não por em perigo vidas ou propriedades, sendo de sua exclusiva responsabilidade quaisquer danos resultantes desse uso. A Executante deverá, previamente, fornecer e colocar sinais especiais para aviso ao público das operações de explosão. O pagamento para fornecimento, colocação e manutenção destes sinais especiais, deverá ser incluído nos preços propostos para os itens de serviço do Contrato. Todos os explosivos deverão ser armazenados de maneira segura, recebendo, todos os locais de armazenamento, de maneira visível e clara, o letreiro: "PERIGO - EXPLOSIVOS". Os locais de armazenamento dos explosivos não deverão ficar a menos de 350 metros da estrada ou de qualquer prédio ou área de acampamento.

- e. A Executante deverá ser responsável pela proteção de toda propriedade pública e privada, linhas de transmissão de energia elétrica, telégrafo ou telefone e outros serviços de utilidade pública, ao longo e adjacentes ao trecho em construção. Quaisquer serviços de utilidade pública avariados pela Executante deverão ser consertados, imediatamente, com ônus para a mesma.

A Executante caberão os encargos impostos por lei, por quaisquer danos ou morte de qualquer Pessoa ou danos às propriedades públicas e privadas, por ela causados.

- f. A Executante deverá isentar o DER/ES e todos os seus representantes, de processos, ações ou reclamações de qualquer pessoa ou propriedade, como consequência de negligência nas precauções exigidas no trabalho ou pela utilização de materiais inaceitáveis na construção dos serviços.
- g. Quando determinados trechos das obras estiverem concluídos e se solicitado pela Fiscalização, a Executante deverá abrir esses trechos ao tráfego, ficando, entretanto, responsável pela conservação dos referidos trechos.

6.1.5 Responsabilidades pelos Serviços

- a. 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 Especificações e cumprimento satisfatório às cláusulas do Contrato.
- b. Nenhuma operação de importância deverá ser iniciada sem o consentimento escrito da Fiscalização ou sem uma notificação escrita da Executante, apresentada com antecedência suficiente para que a Fiscalização tome as providências necessárias para a inspeção, antes do início das operações. Os serviços iniciados sem a observância destas exigências, poderão ser rejeitados.
- c. A Fiscalização deverá, sempre, ter acesso ao trabalho durante a construção e deverá receber todas as facilidades razoáveis para determinar se os materiais e mão-de-obra empregados, estão de acordo com os Projetos e Especificações.

A inspeção dos serviços ou dos materiais não isentará a Executante de quaisquer das suas obrigações para cumprir o seu contrato, como prescrito.

- d. Até que seja notificada pela Fiscalização sobre a aceitação final dos serviços, a Executante deverá ser responsável pela conservação dos mesmos e deverá tomar as precauções contra prejuízo ou danos a qualquer parte dos mesmos, pela ação dos elementos, ou por qualquer outra causa, que

surjam da execução dos serviços, quer de sua não execução. A Executante, por sua conta, deverá reparar e restaurar todos os danos a qualquer parte dos serviços objeto do Contrato, exceto aqueles danos devidos a causas imprevisíveis, fora de controle e não motivados por falta ou negligência da Executante.

- e. A Executante não deverá usar materiais antes que estes tenham sido aprovados como determinado nas Especificações Complementares ou nas Especificações Gerais, nem deverá executar qualquer serviço antes que o alinhamento e as cotas tenham sido satisfatoriamente estabelecidos.
- f. As mudanças, alterações, acréscimos ou reduções nos Projetos e nas Especificações, inclusive aumento ou diminuição de quantitativos, segundo venham a ser julgados necessários pela Fiscalização, serão fixados em Ordens de Serviço, que especificarão as alterações feitas e os quantitativos alterados.
- g. Caso as alterações referidas no item anterior afetem o valor global do contrato ou alterem o prazo contratual ou ainda, incluam preços novos não previstos anteriormente, a Ordem de Serviço só poderá ser emitida com fundamento em apostila ou em termo aditivo ao contrato lavrado entre o DER/ES e a Executante.
- h. Os serviços executados ou os materiais fornecidos, que atenderem às exigências especificadas, deverão ser removidos, substituídos ou reparados, segundo instruções da Fiscalização e da maneira que esta determinar, tudo por conta da Executante.
- i. A Fiscalização indicará os pontos de amarração e referências de nível (RN) que achar necessários, a fim de que a Executante, sem dificuldade, possa providenciar o estaqueamento da construção. Estes pontos de amarração e RN deverão constituir o controle de campo, de conformidade com o qual a Executante orientará e executará os serviços.
- j. A Executante será responsável pela conservação de todos os pontos de amarração e RN, e, caso quaisquer deles sejam avariados, perdidos, tirados do local ou removidos, deverão ser repostos ou substituídos com ônus para a Executante.
- k. A Executante não deverá realizar qualquer trabalho de remoção, desvio ou reconstrução de serviços de utilidade pública antes de consultar a Fiscalização, as companhias de utilidade pública, as autoridades ou propriedades, a fim de determinar a sua localização exata. A

Executante deverá notificar as companhias de utilidade pública e outros interessados, por escrito, da natureza de qualquer serviço que possa afetar as suas instalações ou propriedades.

Quando o desvio ou substituição dos serviços de utilidade pública não for essencial para prosseguimento dos serviços como projetado, mas for feito por conveniência da Executante, a mesma responderá por todos os custos incidentes no desvio ou substituição.

Onde a relocação ou substituição dos serviços de utilidade pública for essencial para o prosseguimento dos serviços como projetado, o DER/ES ou a companhia de serviços de utilidade pública responderá pelo custo da substituição.

1. Antes do recebimento final, a rodovia, as jazidas de empréstimos, pedreiras e todo o terreno ocupado pela Executante relacionado com o serviço, deverão ser limpos de todo o lixo, excesso de materiais, estruturas temporárias e equipamento, todos os serviços devendo ser deixados regularizados, limpos e apresentáveis. Todas as obras de arte, valetas e drenagem deverão ser limpas de quaisquer depósitos resultantes dos serviços da Executante e conservadas, até que a inspeção final tenha sido feita. Estes serviços serão considerados como serviços necessários à conclusão do Contrato e nenhum pagamento direto será feito pelos mesmos.

6.2 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As Especificações Gerais para Obras Rodoviárias, oficialmente adotadas pelo extinto DNER, são aplicáveis aos serviços, ressalvadas as modificações e acréscimos específicos indicados nas Especificações Particulares. Deverão ser utilizadas as seguintes especificações de serviço:

Terraplenagem

- ES 104/2009 - Serviços Preliminares
- ES 105/2009 - Caminhos de Serviço
- ES 106/2009 - Cortes
- ES 107/2009 - Empréstimos
- ES 108/2009 - Aterros

Drenagem

- ES 018/2006 - Sarjetas e valetas de drenagem;
- ES 019/2004 - Transposição de sarjetas e valetas;
- ES 020/2004 - Meios-fios e guias;
- ES 021/2004 - Entradas e descidas d'água;

- ES 025/2004 - Bueiros celulares de concreto;
- ES 026/2004 - Caixas coletoras;
- ES 028/2004 - Limpeza e desobstrução de dispositivos de drenagem;

Pavimentação

- ES 147/2012 - Tratamento Superficial Duplo;
- ES 144/2012 - Imprimação;
- ES 141/2010 - Base de solo estabilizado granulometricamente;
- ES 137/2010 - Regularização do Subleito;

Proteção do Corpo Estradal

- ES 102/2009 - Proteção vegetal

7 ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA



1. Responsável Técnico

KLEBER PEREIRA MACHADO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

RNP: 0801860725

Registro: ES-007839/D

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: **CONSÓRCIO PROSUL/ENGESPRO/VIAPONTE**

CPF/CNPJ: 27998599000150

Rua: RUA SALDANHA MARINHO

Nº: 116

Complemento: SALA 1002

CEP: 88010450

Cidade: FLORIANÓPOLIS

UF: SC

Bairro: CENTRO

Telefone: 2122637659

Contrato: 020/2018

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$350.000,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: AVENIDA MARECHAL MASCARENHAS DE MORAES

Nº: 1501

Complemento:

Bairro: ILHA DE SANTA MARIA

Quadra Lote

Cidade: VITÓRIA

UF: ES

CEP: 29051015

Data de início: 20/06/2018

Prev. Término: 31/07/2018

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO ES

CPF/CNPJ:04889717000197

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 73

Unidade de medida: KM

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1102 - RODOVIAS

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 223 - TERRAPLENAGEM,301 - RODOVIAS,307 - DRENAGEM PLUVIAL / OBRA DE ARTE CORRENTE,309 - PAVIMENTAÇÃO

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 14 - PROJETO TERRAPLE.DRENAGEM /PAVIMENTAÇÃO,110 - PROJETO TERRAPLENAGEM DRENAGEM

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

CO-AUTORIA NA ELABORAÇÃO DO ANTEPROJETO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DE 53 KM DE RODOVIAS VICINAIS NA BACIA DO RIO MANGARAÍ E 20 KM DA RODOVIA ES-080 QUE LIGA SANTA LEOPOLDINA / SANTA TERESA - ES

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

_____, de _____ de _____
Local Data

KLEBER PEREIRA MACHADO - CPF: 07179486760

CONSÓRCIO PROSUL/ENGESPRO/VIAPONTE - CPF/CNPJ: 27998599000150

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br



CREA-ES
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo