



G O V E R N O D O E S T A D O D O P A R Á
S E C R E T A R I A D E E S T A D O D E T R A N S P O R T E S – S E T R A N

**PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA
CONSTRUÇÃO E PAVIMENTAÇÃO.**

RODOVIA: PA-151
TRECHO: BAIÃO – BREU BRANCO (ENTR. PA-263)
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) – KM 34,00
LOTE: I
EXTENSÃO: 34,00 Km

**VOLUME 01
RELATÓRIO DO PROJETO**



Março/2023



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES – SETRAN

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA
CONSTRUÇÃO E PAVIMENTAÇÃO.

RODOVIA: PA-151
TRECHO: BAIÃO – BREU BRANCO (ENTR. PA-263)
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) – KM 34,00
LOTE: I
EXTENSÃO: 34,00 Km

VOLUME 01
RELATÓRIO DO PROJETO



Março/2023

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	10
2	MAPA DE SITUAÇÃO	12
3	ESTUDOS REALIZADOS	13
3.1	ESTUDOS DE TRÁFEGO	13
3.1.1	LOCALIZAÇÃO DO POSTO DE CONTAGEM	13
3.1.2	PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA	16
3.1.3	METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	16
3.1.4	RESULTADOS DAS CONTAGENS	17
3.1.5	CÁLCULO DO NÚMERO N	20
3.1.5.1	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO EQUIVALENTE DE APLICAÇÕES DO EIXO PADRÃO “N”	20
3.1.5.2	METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO NÚMERO “N”	21
3.1.5.3	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO (FV)	22
3.1.5.4	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EIXO (FE)	22
3.1.5.5	DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CARGA (FC)	23
3.1.5.6	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	25
3.1.5.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTE ESTUDO DE TRÁFEGO	27
3.2	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	28
3.2.1	IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE TOPOGRÁFICA BÁSICA	28
3.2.2	LOCAÇÃO E AMARRAÇÃO DO EIXO	29
3.2.3	LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS	29
3.2.4	LANÇAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO	30
3.2.5	NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO	30
3.2.6	LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO	31
3.2.7	DESAPROPRIAÇÃO	31
3.2.8	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	31
3.3	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	33
3.3.1	SONDAGEM DO SUBLEITO	33
3.3.2	BOLETIM DE SONDAGEM	35
3.3.3	ESTATÍSTICA DO SUBLEITO	38

3.3.4	ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS	39
3.3.5	EMPRÉSTIMOS	39
3.3.6	JAZIDAS.....	44
3.3.7	AREAL.....	49
3.3.8	SEIXEIRA.....	49
3.4	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	50
3.4.1	CLIMA	51
3.4.2	HISTÓRICO DAS CHUVAS	51
3.4.3	ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE BAIÃO - 00249003	51
3.4.3.1	ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS MÁXIMAS	52
3.4.4	PARÂMETROS	54
3.4.5	CÁLCULO DO FATOR DE FREQUÊNCIA “K”	54
3.4.6	DEFINIÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA	54
3.4.7	TEMPOS DE RECORRÊNCIA ADOTADOS NO PROJETO.....	57
3.4.8	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	57
3.4.9	MÉTODO RACIONAL	58
3.4.10	MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.....	58
3.4.11	VALORES DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”	59
3.4.12	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT).....	59
4	PROJETOS.....	62
4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	62
4.1.1	VALORES BÁSICOS DE PROJETO.....	62
4.1.2	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA	63
4.1.3	PROJETO EM PLANTA	63
4.1.4	RESULTADOS OBTIDOS	64
4.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	66
4.2.1	ELEMENTOS BÁSICOS	66
4.2.2	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	66
4.2.3	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS.....	66
4.2.4	CAMADA FINAL DE ATERRO E ACABAMENTO DA TERRAPLENAGEM	67
4.2.5	RESULTADOS OBTIDOS	67

4.3	PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTES CORRENTES	74
4.3.1	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	74
4.3.2	CRITÉRIOS ADOTADOS.....	75
4.3.3	SARJETAS DE CORTE	76
4.3.4	MEIOS-FIOS OU BANQUETAS.....	81
4.3.5	OBRAS DE ARTE CORRENTES.....	93
4.3.6	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS COMO CANAL.....	93
4.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	100
4.4.1	CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS.....	100
4.4.2	CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO	101
4.4.2.1	CONSIDERAÇÕES DO NÚMERO “N”	102
4.4.2.2	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	104
4.4.2.2.1	ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO	106
4.4.2.2.2	DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS HN E H20	107
4.4.2.2.3	ESPESSURA DA CAMADA DE BASE	108
4.4.2.2.4	ESPESSURA DA CAMADA DE SUB-BASE.....	108
4.4.2.2.5	RESUMO DO DIMENSIONAMENTO	110
4.4.3	ESQUEMA LINEAR DE PAVIMENTAÇÃO	112
4.5	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES	120
4.5.1	PASSEIO PÚBLICO	120
4.5.2	PROTEÇÃO AMBIENTAL	122
4.5.3	DISPOSITIVO DE SEGURANÇA.....	128
4.6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	132
4.6.1	INTRODUÇÃO	132
4.6.1.1	SINALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VIAS EM PLANTA.....	132
4.6.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	132
4.6.2.1	EMPREGO DA COR BRANCA	133
4.6.2.2	EMPREGO DA COR AMARELA.....	133
4.6.2.3	MATERIAL – MARCAS LONGITUDINAIS	134
4.6.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	134
4.6.3.1	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	135
4.6.3.2	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	135
4.6.3.3	PLACAS DE INDICAÇÃO	136
4.6.3.4	MATERIAL DAS PLACAS.....	136

4.6.4	DISPOSITIVOS AUXILIARES.....	137
4.6.4.1	TACHAS.....	137
4.6.5	SINALIZAÇÃO DE OBRAS.....	137
4.6.6	APRESENTAÇÃO.....	138
5	QUADROS DE QUANTIDADES.....	140
6	CONSUMO DE MATERIAIS.....	153
7	CRONOGRAMA FÍSICO.....	154
8	DISTÂNCIA DE TRANSPORTES.....	155
9	ESPECIFICAÇÕES GERAIS.....	156
9.1.1	TERRAPLENAGEM.....	156
9.1.2	DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE.....	156
9.1.3	PAVIMENTAÇÃO.....	156
9.1.4	OBRAS COMPLEMENTARES.....	156
9.1.5	PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	156
9.1.6	MATERIAIS.....	156
10	REFERÊNCIA.....	158
11	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Situação	12
Figura 2 – Composição da Frota	20
Figura 3 – Gráfico de localização dos empréstimos.....	40
Figura 4 – Localização dos empréstimos 01 ao 03	41
Figura 5 – Localização dos empréstimos 04 ao 06	42
Figura 6 – Localização do empréstimo 07.....	43
Figura 7 – Localização da Jazida 01	44
Figura 8 – Localização da Jazida 02	45
Figura 9 – Gráfico linear de distribuição dos materiais de pavimentação	46
Figura 10 – Localização da jazida 01	47
Figura 11 – Localização da jazida 02	48
Figura 12 – Histograma das precipitações médias no período de 1984 a 2004.....	52
Figura 13 – Mapa de Isozonas	55
Figura 14 – Curvas Precipitação x Duração x Frequência	56
Figura 15 – Curvas Intensidade x Duração x Frequência	57
Figura 16 – Coeficientes de deflúvio – “C”	59
Figura 17 – Hidrograma Unitário Triangular	60
Figura 18 – Seção tipo do projeto geométrico.....	65
Figura 19 – Seção tipo do projeto de Terraplenagem	68
Figura 20 – Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02.....	80
Figura 21 – Meio fio de concreto – MFC-03.....	84
Figura 22 – Entrada para descida d’água	85
Figura 23 – Descida d’água de aterro tipo rápido.....	86
Figura 24 – Dissipadores de energia.....	87
Figura 25 – Valeta de proteção de aterro – VPA-01.....	89
Figura 26 – Dreno Longitudinal – DPS-07.....	91
Figura 27 – Dreno Longitudinal – Detalhamentos – DPS-07.....	92
Figura 28 – Seção transversal de bueiro.....	95
Figura 29 – Berços e dentes para assentamento de bueiros	96
Figura 30 – BSTC bocas normais e esconsas	97
Figura 31 – BDTC bocas normais e esconsas	98
Figura 32 – BTTC bocas normais e esconsas.....	99
Figura 33 – Ábaco de Dimensionamento do DNIT, 2006.	105
Figura 34 – Simbologia das camadas do pavimento DNIT, 2006.....	106
Figura 35 – Linear da pista de rolamento	112
Figura 36 – Linear Acostamento	112
Figura 37 – Seção tipo de Pavimentação.....	113
Figura 38 – Proteção ambiental	125
Figura 39 – Recuperação de Jazidas.....	126
Figura 40 – Proteção vegetal	127
Figura 41 – Defensas metálicas – Implantação.....	130
Figura 42 – Defensas Metálicas – Detalhamento.....	131

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Apresentação dos Estudos e Projetos.....	10
Quadro 2 – Classificação de veículos	14
Quadro 3 – Posto de contagem volumétrica (CV) – 3 dias – 24 horas.....	16
Quadro 4 – Resumo das contagens.....	18
Quadro 5 – Volume Médio Diário Comercial	19
Quadro 6 – Volume Médio Diário Total	19
Quadro 7 – Resumo da Pesquisa por Classe	19
Quadro 8 – Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto.	22
Quadro 9 – Carga máxima (lei da balança).....	22
Quadro 10 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.	23
Quadro 11 – Fatores de equivalência de carga do USACE.	23
Quadro 12 – Fatores de Carga e Veículo.....	24
Quadro 13 – Determinação do número N	26
Quadro 14 – Boletim de Sondagem do Subleito.	35
Quadro 15 – Análise estatística do Subleito.....	38
Quadro 16 – Localização e volumes dos empréstimos.	39
Quadro 17 – Localização e volumes das jazidas	44
Quadro 18 – Dados da Estação	51
Quadro 19 – Variável reduzida.....	53
Quadro 20 – Série histórica estação pluviométrica Breves	53
Quadro 21 – Tempos de Recorrências – TR.....	54
Quadro 22 – Chuvas máximas prováveis est. pluv. de Breves	54
Quadro 23 – Desagregação / Precipitações - Estação Pluviométrica Breves	55
Quadro 24 – Intensidade das chuvas desagregadas - Estação Pluviométrica.....	56
Quadro 25 – Valores Básicos de Projetos.....	63
Quadro 26 – Dimensões da Rodovia em execução	63
Quadro 27 – Resumo da terraplenagem	69
Quadro 28 – Distribuição da terraplenagem.....	70
Quadro 29 – Limpeza da faixa de construção	71
Quadro 30 – Dest. de árvores de diâmetro entre 0,15 e 0,30m e acima de 0,30m ...	72
Quadro 31 – Remoção de material inservível e camada drenante.....	73
Quadro 32 – Drenagem superficial – Sarjeta triangular de Concreto	79
Quadro 33 – Comprimento Crítico das banquetas	82
Quadro 34 – Dispositivos de drenagem superficial	83
Quadro 35 – Valetas de proteção de aterro – VPA-01	88
Quadro 36 – Dreno longitudinal – VPA-01	90
Quadro 37 – Cadastro de bueiros	94
Quadro 38 – Caract. mínimas dos materiais das camadas de pavimentação.....	101
Quadro 39 – Valores para “N”	102
Quadro 40 – Espessura mínima do revestimento.	103
Quadro 41 – Análise em função de “N”	103
Quadro 42 – Coeficientes Estruturais para os Materiais.	105

Quadro 43 – Resumo do Dimensionamento Pista Principal.....	110
Quadro 44 – Resumo do Dimensionamento Acostamento	111
Quadro 45 – Regularização do subleito	114
Quadro 46 – Sub-base estabilizada sem mistura.....	115
Quadro 47 – Base estabilizada sem mistura.....	116
Quadro 48 – Imprimação.....	117
Quadro 49 – Pintura de ligação.....	118
Quadro 50 – CBUQ.....	119
Quadro 51 – Listagem de passeio.....	121
Quadro 52 – Listagem de reabilitação ambiental	123
Quadro 53 – Listagem de revestimento vegetal	124
Quadro 54 – Listagem de defensas metálicas	129
Quadro 55 – Sinalização horizontal – tonalidade das cores.....	132
Quadro 56 – Sinalização vertical – tonalidade das cores.....	135
Quadro 57 – Resumo de Sinalização.....	139
Quadro 58 – Quadro de Quantidades	140
Quadro 59 – Quadro de Quantidades – Serviços preliminares	142
Quadro 60 – Quadro de Quantidades – Serviços de conservação	143
Quadro 61 – Quadro de Quantidades – Serviços de terraplenagem.....	144
Quadro 62 – Quadro de Quantidades – Serviços de pavimentação	145
Quadro 63 – Quadro de Quantidades – Serviços de OAC.....	146
Quadro 64 – Quadro de Quantidades – Serviços de drenagem	147
Quadro 65 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização horizontal	148
Quadro 66 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização vertical.....	149
Quadro 67 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras complementares	150
Quadro 68 – Quadro de Quantidades – detalhamento do projeto.....	151
Quadro 69 – Quadro de Quantidades – Serviços de proteção ambiental	152
Quadro 70 – Consumo de Materiais.....	153
Quadro 71 – Cronograma físico da obra	154
Quadro 72 – Resumo DMT	155

1 APRESENTAÇÃO

A SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES – SETRAN apresenta o relatório do projeto básico de engenharia para construção e pavimentação da rodovia PA-151, Lote-I, trecho: Baião – Breu Branco (Entronc. PA-263), Sub-trecho: Km 0,00 – Km 34,00, com extensão de 34,00 km, na região de integração do Lago de Tucuruí e Tocantins, sob jurisdição do 4º núcleo regional, elaborado pela subcontratada Geográfica Ltda-Epp, localizada na Rua Ricardo Borges, 1054, Ananindeua/PA, inscrita no CNPJ 09.445.227/0001-15.

O Projeto Básico está apresentado nos seguintes volumes:

Quadro 1 – Apresentação dos Estudos e Projetos.

VOLUMES	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
VOLUME 01	RELATÓRIO DO PROJETO	A4
VOLUME 02	PROJETO BÁSICO DE EXECUÇÃO	A3

Fonte: Elaboração Própria

Volume 1 - Relatório do Projeto – Tamanho A4

Este volume reúne todas as metodologias que possibilitaram a definição das soluções a serem adotadas nas fases seguintes dos projetos nos diversos itens de serviços, também apresenta uma síntese dos serviços executados e todos os estudos preliminares e projetos realizados que orientaram as tomadas de decisões com relação às soluções adotadas e as planilhas com memórias de cálculo de quantidades dos serviços.

Volume 2 – Projeto Básico de Execução - Tamanho A-3.

Este volume contém o projeto geométrico em planta e perfil, linear de sinalização, listagens de serviços, projetos-tipo, seções transversais e demais informações de interesse do projeto, conforme relação abaixo:

- Mapa de Situação;
- Principais Pontos de Passagem;
- Resumo de Quantidades;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Pavimentação;

- Projeto de Drenagem e Obras de Artes Correntes;
- Projeto de Sinalização;
- Obras Complementares;

2 MAPA DE SITUAÇÃO

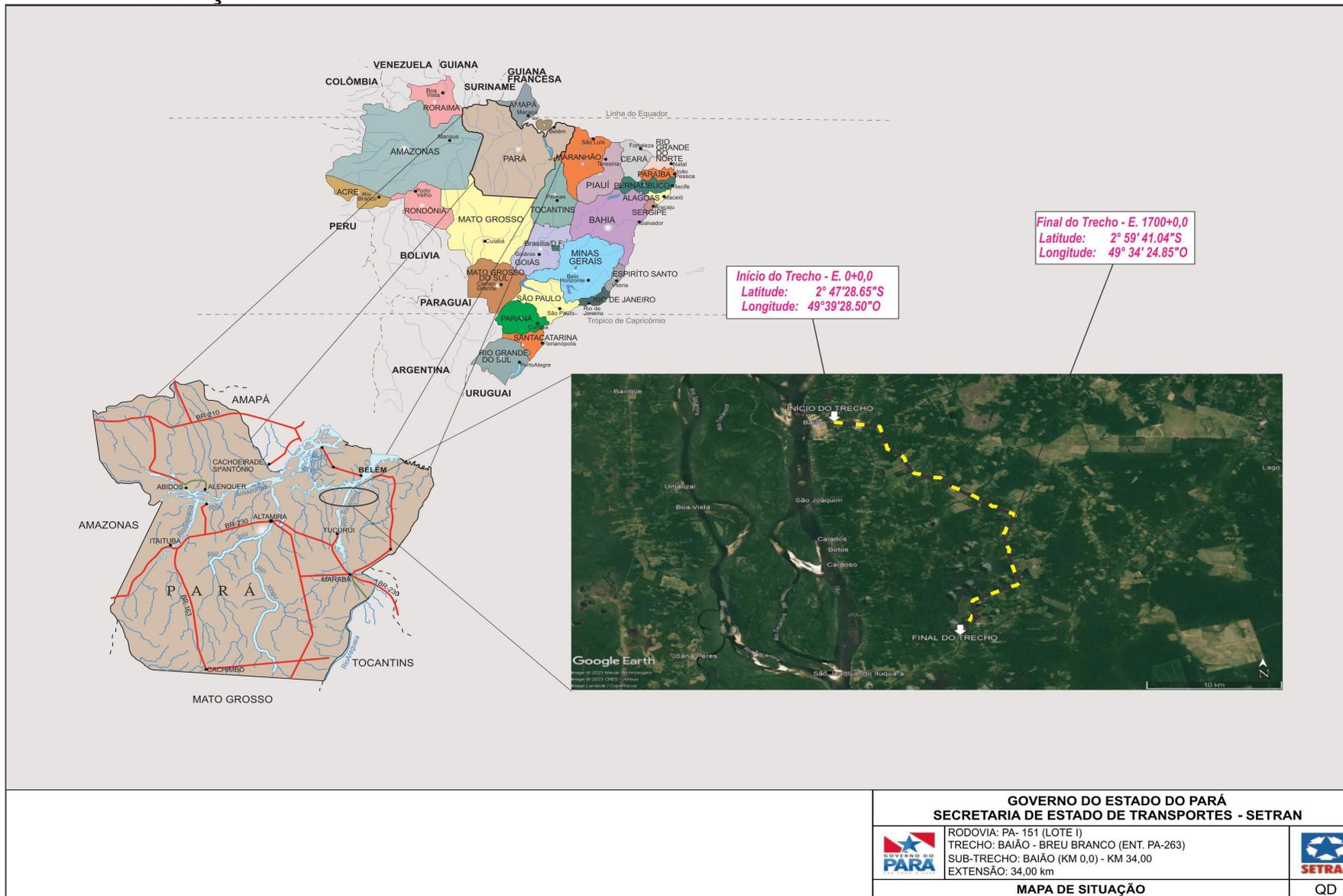


Figura 1 – Mapa de Situação

3 ESTUDOS REALIZADOS

3.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego para o Projeto executivo de Construção e Pavimentação da Rodovia PA-151, Lote-I, trecho: Baião – Breu Branco, Sub-trecho: Km 0,00 – Km 34,00, com extensão de 34,00 km tem como objetivo avaliar a suficiência do fluxo de tráfego existente na via em projeto, determinar suas características, subsidiar o projeto de pavimentação, determinar e verificar as características operacionais da rodovia determinando a melhoria da capacidade rodoviária e assim contribuir para o desenvolvimento econômico da região e principalmente a determinação do número “N” caracterizado pelo número equivalente de operações do eixo simples padrão de 8,2 tf.

Realizado de acordo com a IS-201 (Estudos de Tráfego em Rodovias) possui as seguintes recomendações:

- a) Avaliar a capacidade de tráfego da rodovia no período de projeto de 10 anos, por segmento homogêneo;
- b) Determinar o Número “N” do projeto. Nas projeções e alocações de tráfego, manter os fatores de crescimento e as premissas de alocação estabelecidas no Plano Diretor Rodoviário, elaborado pelo DNIT, para a região. Na execução dos serviços de estatística de tráfego, seguir as instruções normativas sobre o assunto.

3.1.1 LOCALIZAÇÃO DO POSTO DE CONTAGEM

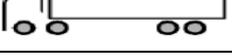
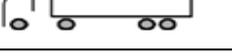
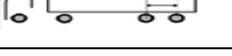
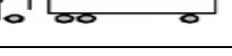
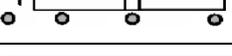
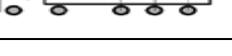
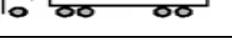
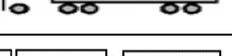
Para efeito de dados confiáveis que possam mensurar os estudos de tráfego para a região do empreendimento será utilizado os dados do posto de Contagem localizado no final do perímetro urbano do município de Baião, sentido Breu Branco, nas proximidades das Coordenadas UTM Zona 22M, 649179m E; 9691389m S, que possa determinar a quantidade de veículos que transitam na região e desta forma dimensionar a estrutura do pavimento através do número “N”.

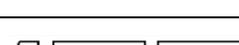
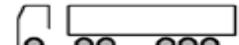
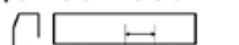
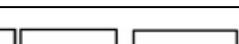
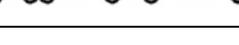
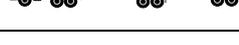
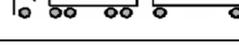
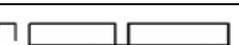
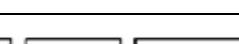
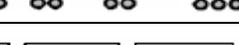
Este estudo tem por objetivo fornecer dados necessários à caracterização operacional do segmento do empreendimento, utilizando dados do VMD - Volume Médio Diário e a caracterização da composição do tráfego.

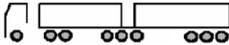
A Classificação de Veículos adotada neste Estudo de Tráfego foi à mesma adotada pela Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT), realizada pelo Ministério dos

Transportes em parceria com o Ministério da Defesa e com o apoio do Exército Brasileiro.

Quadro 2 – Classificação de veículos

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)							
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT
A	2	Ônibus	A1		2CB	O1	O1
		Caminhão Simples	A2		2C	C1	C1
B	3	Ônibus trucado	B1		3BC	O1	O2
		Caminhão trucado	B2		3C	C2	C2
		Caminhão + semirreboque	B3		2S1		S1
		Caminhão Trator	?		X		C5
C	4	Ônibus Duplo Dfirecional Trucado	?		4CB		O1
		Caminhão Simples	?		4C	C2	C3
		Caminhão duplo direcional trucado	C1		4CD	S3	C4
		Caminhão + semirreboque	C2		2S2		S2
			C3		2I2		S4
			C4		3S1		
		Caminhão + Reboque	C5		2C2	R2	R2
Caminhão + 2 semirreboques	C6		2DL				
D	5	Caminhão + semirreboque	D1		2S3	S3	S3
			D2		2I1		
			D3		2I3		
		Caminhão trucado + semirreboque	D4		3S2	S5	
			D5		3I2		
		Caminhão + Reboque	D6		2C3	R4	R3

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)									
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT		
		Caminhão trucado + reboque	D7		3C2		R4		
		Caminhão + semirreboque + reboque	D8		2N3				
		Caminhão + dois semirreboques	D9		3DL				
			D10		2LD				
E	6	Caminhão trucado + semirreboque	E1		3S3	S6	S6		
			E2		3I1				
			E3		3I3				
		Caminhão trucado + reboque	E4		4R2	R5	R5		
		Caminhão + Reboque	E5		2R4				
		Romeu e Julieta - Caminhão trucado + reboque	E6		3C3				
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	E7		3N3				
		Caminhão + semirreboque + reboque	E8		2N4				
			E10		2J4				
		Caminhão trucado + 2 semirreboques	E12		3LD				
F	7	Romeu e Julieta - Caminhão trucado + reboque	F2		3D4			SE1	R6
		Bi Trem articulado - Caminhão trucado + dois semi-reboques	F3		3T4				SE1
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	F4		3N4				R6
		Treminhão - Caminhão trucado + dois reboques	F5		3Q4	R1	R1		
G	8	Caminhão trucado + dois semirreboques	G1		3V5	SE1	SE2		
			G2		3P5				
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	G3		3J5				

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)							
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	?		?		SE4
H	9	Caminhão trucado + dois semirreboques	H1		3M6		SE2
		Rodotrem - Caminhão trucado + 2 semirreboques	H2		3T6		
		Rodotrem - Caminhão trucado + 3semirreboques	?		3T6B		SE3
		Rodotrem - Caminhão trucado + 2 semirreboques	?		?		SE5
I	2	Carro de Passeio	I1		P	P1	P1
					U	P3	P2
					U		P3
J	2	Moto	J1		M	M	M

Fonte: Adaptado do DNIT, 2006.

3.1.2 PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA

As contagens volumétricas foram realizadas por 24 horas durante um período de 03 dias consecutivos. A seguir, é apresentada as informações do posto de contagem volumétrica e classificatória

Quadro 3 – Posto de contagem volumétrica (CV) – 3 dias – 24 horas

Rodovia	Descrição do Trecho	Data/ Período	Duração (h)	Coordenadas UTM Zona 22M	
				Latitude	Longitude
PA-151	BAIÃO – BREU BRANCO	24/09/2022 a 26/09/2022	24	9691389m S	649179m E

Fonte: Elaboração Própria

3.1.3 METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

A Metodologia utilizada nas contagens foi do tipo manual. Este método consiste em contagens feitas por pesquisadores, com auxílio de fichas e contadores manuais, sendo contados a cada 15 minutos os fluxos de veículos por tipo (automóveis de passeio, ônibus, caminhões e motocicletas), sendo que os veículos tipo ônibus e caminhões estão diferenciados por número de eixos, com

pesquisadores treinados, que classificam os veículos passantes em categorias e por eixo em contadores mecânicos acoplados em pranchetas de campo.

A ficha utilizada nas contagens foi a Tipo I do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT. Esta ficha prevê a utilização de contadores manuais mecânicos, escrevendo-se os totais de cada intervalo de tempo definido, para cada tipo de veículo e preenchendo uma ficha para cada sentido.

As Contagens Volumétricas Classificatórias obedeceram às normas e diretrizes do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT – IPR -723/2006, em especial ao capítulo 6 – Pesquisas de Tráfego, item 6.1.3.1 – Contagens Manuais.

3.1.4 RESULTADOS DAS CONTAGENS

Os quadros e figuras subsequentes apresentam os resumos das pesquisas volumétricas e classificatórias.

Quadro 4 – Resumo das contagens

TIPOS DE VEÍCULO	CLASSE		27/09/2022	28/09/2022	29/09/2022					MÉDIA	%
			Total Ambos	Total Ambos	Total Ambos					Total Ambos	
Moto	M	M	63	70	57					63	29,9%
Veículos leves	P1	P1	24	17	19					20	9,4%
	P2	P2	0	0	0					0	0,0%
	P3	P3	57	44	35					45	21,4%
Ônibus	O1	2CB	8	6	10					8	3,8%
	O2	3CB	0	0	0					0	0,0%
	O3	4CB	0	0	0					0	0,0%
Pesado	C1	2C	11	10	20					14	6,4%
	C2	3C	6	14	10					10	4,7%
	C3	4C	0	0	0					0	0,0%
	C4	4CD	0	2	0					1	0,3%
	C5	X	2	0	1					1	0,5%
	R1	3Q4	0	0	0					0	0,0%
	R2	2C2	0	0	0					0	0,0%
	R3	2C3	0	0	0					0	0,0%
	R4	3C2	0	0	0					0	0,0%
	R5	3C3	0	0	0					0	0,0%
	R6	3D4	11	8	15					11	5,3%
	S1	2S1	0	0	0					0	0,0%
	S2	2S2	5	10	7					7	3,5%
	S3	2S3	7	8	4					6	3,0%
	S4	3S1	0	0	0					0	0,0%
	S5	3S2	8	9	9					9	4,1%
	S6	3S3	6	7	3					5	2,5%
	SE1	3T4	0	0	0					0	0,0%
	SE2	3T6	12	9	12					11	5,2%
	SE3	3T6B	0	0	0					0	0,0%
SE4	3V5	0	0	0					0	0,0%	
SE5	3M6	0	0	0					0	0,0%	
Totais			220	214	202					212	100%
Total Motos			63	70	57					63	
Total Veículos Leves			81	61	54					65	
Total Ônibus			8	6	10					8	
Total Pesado			68	77	81					75	

Quadro 5 – Volume Médio Diário Comercial

		VMD Comercial																								
		Ônibus			Caminhões leves				Trucks	Reboques						Semi-reboques						Semi-reboques especiais				
		O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5
		2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6
Total	83	8	0	0	14	10	0	1	1	0	0	0	0	0	11	0	7	6	0	9	5	0	11	0	0	0
Percentual	100,00%	9,60%	0,00%	0,00%	16,40%	12,00%	0,00%	0,80%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,60%	0,00%	8,80%	7,60%	0,00%	10,40%	6,40%	0,00%	13,20%	0,00%	0,00%	0,00%
F. Sazonalidade	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total Corrigido	87	8	0	0	14	10	0	1	1	0	0	0	0	0	12	0	8	7	0	9	6	0	11	0	0	0

Quadro 6 – Volume Médio Diário Total

Dia do Mês	Dia da Semana	Ambos AB/BA
27/09/2022	terça-feira	220
28/09/2022	quarta-feira	214
29/09/2022	quinta-feira	202

Quadro 7 – Resumo da Pesquisa por Classe

Categorias de Veículo	Volume	%
Moto	63	30%
Veículos leves	65	31%
Ônibus	8	4%
Pesado	75	36%
Total	212	100%

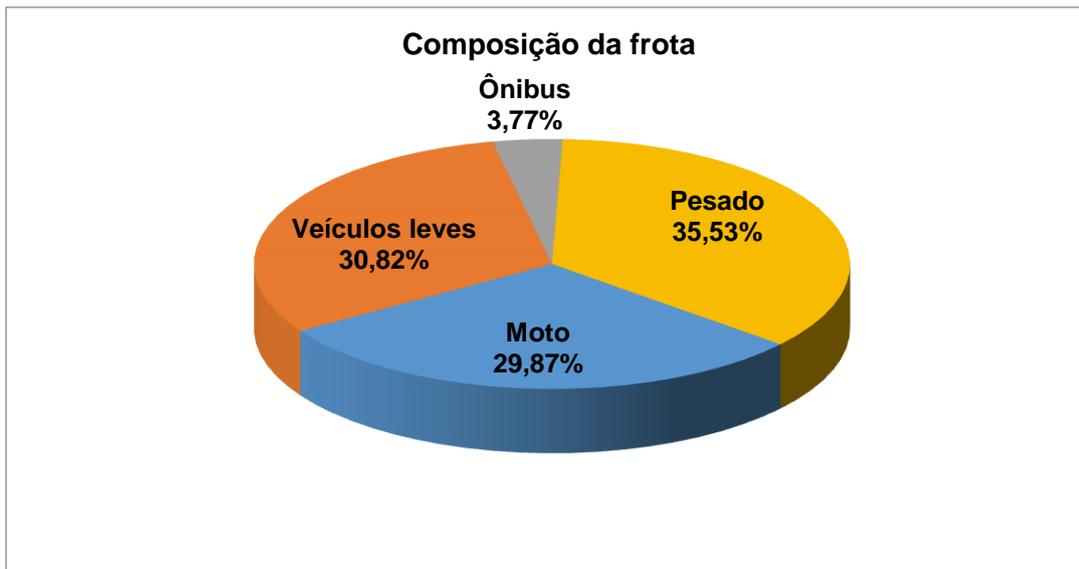


Figura 2 – Composição da Frota

3.1.5 CÁLCULO DO NÚMERO N

Para o dimensionamento das estruturas de pavimento asfáltico segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, o tráfego é caracterizado pelo número equivalente “N” de solicitações de um eixo padrão de 8,2tf, ou seja, todos os tipos de eixos e cargas dos veículos comerciais são convertidos para um eixo simples, de rodas duplas, com carregamento de 8,2 tf.

3.1.5.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO EQUIVALENTE DE APLICAÇÕES DO EIXO PADRÃO “N”

As características do tráfego afetam a qualidade dos pavimentos flexíveis. Solicitações acima das previstas em projeto podem ocasionar degradações como deformações permanentes, trincas e perda de material da superfície de rolamento. Portanto, o parâmetro de tráfego é um dado necessário ao dimensionamento dos pavimentos, uma vez que o mesmo é função basicamente do índice de suporte do subleito e do tráfego sobre o mesmo.

Na determinação do número de repetições do eixo padrão “N” são considerados fatores relacionados à composição do tráfego referentes a cada categoria de veículo e aos pesos das cargas transportadas e sua distribuição nos diversos tipos de eixos dos veículos onde, segundo a metodologia do DNIT (2006), somente veículos pesados (caminhões e ônibus) são considerados. Portanto, por terem fatores de veículo muito baixos, são consideradas desprezíveis nessa análise as motos, carros de passeio e utilitários.

3.1.5.2 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO NÚMERO “N”

O trânsito para projeto de pavimento flexível se determina mediante a multiplicação do número de veículos que se espera transitar durante o período de vida útil do projeto, pelo fator equivalente de carga correspondente de cada veículo pesado adotados na classificação do DNIT.

A partir de dados de trânsito médio diário esperado para cada ano do projeto, obtidos através de contagens volumétricas classificatórias, se calcula o número equivalente de aplicações do Eixo Padrão de 8,2 toneladas por tipo de veículo pesado, utilizando a seguinte equação:

$$N = \sum_{a=1}^{a=p} N_a \quad (1)$$

Onde:

- N = Número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o período de projeto;
- a = Ano no período de projeto;
- p = Número de anos do período de projeto;
- N_a = Número equivalente de aplicações do Eixo Padrão, durante o ano a .

Em que:

$$N = \sum_{i=1}^{i=k} V_{ia} \times FV_i \times 365 \times c \quad (2)$$

Onde:

- i = Categoria de veículo, variando de 1 a k ;
- V_{ia} = Volume de veículo da categoria i , durante o ano a do período de projeto;
- c = Percentual de veículos comerciais na faixa de projeto;
- FV_i = Fator de veículo de categoria i .

Em que:

$$FV_i = \sum_{j=1}^{j=m} FC_j \quad (3)$$

Onde:

- j = Tipo de eixo, variando de 1 a m ;
- m = Número de eixos do veículo i ;
- FC_j = Fator de equivalência de carga correspondente ao eixo j do veículo i .

Para o cálculo do trânsito equivalente por faixa do projeto, foi determinada a distribuição percentual de veículos pesados de acordo com as características

particulares das condições de trânsito no segmento em estudo, obtido a partir das pesquisas realizadas.

Para efeito de projeto, é considerado o trânsito da faixa mais solicitada da rodovia. O quadro a seguir fornece indicações quanto às percentagens “c” de veículos comerciais (em relação ao tráfego comercial nos dois sentidos) na faixa de tráfego selecionada para o projeto.

Quadro 8 – Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto.

TRÁFEGO DA RODOVIA DE NÚMERO DE FAIXAS	PERCENTUAL DE VEÍCULO COMERCIAIS NA FAIXA DE PROJETO
2 (pista simples)	50%
4 (pista dupla)	35 a 48%
6 ou mais (pista dupla)	25 a 48%

Fonte: BRASIL (2006)

3.1.5.3 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO (FV)

Define-se o Fator de Veículos (FV) como o produto do Fator de Eixos (FE) pelo Fator de Carga (FC).

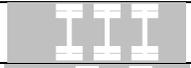
3.1.5.4 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EIXO (FE)

O Fator de Eixos (FE) representa o número médio de eixos por veículos. Para definição do FE dos veículos comerciais, foram utilizadas as cargas máximas definidas pela Lei da Balança adotadas pelo Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), fazendo a ressalva que esses valores foram acrescentados em 10% ao peso bruto total dos veículos de Carga e Coletivo de Passageiros.

O Quadro a seguir ilustra, através de desenhos, os limites de pesos dos eixos estabelecidos pela anterior e nova legislação.

Quadro 9 – Carga máxima (lei da balança).

CONFIGURAÇÃO	DISTÂNCIA ENTRE EIXOS (M)	QTDE. DE EIXOS	QTDE. DE PNEUS	SUSPENSÃO	PESO SEM CARGA (T)	CARGA MÁXIMA AUTORIZADA (T)	CARGA MÁXIMA + 10% (T)
	-	1	2	-	2,1	6	6,60
	-	1	4	-	3,2	10	11,00
	-	2	4	-	4,1	12	13,20
	< 1,2	2	6	Especial	2,1	9	9,90
	1,2 - 2,4				3,2	13,5	14,85
	1,2 - 2,4	2	8	Tandem	5,7	17	18,70
				Não Tandem	5	15	16,50

CONFIGURAÇÃO	DISTÂNCIA ENTRE EIXOS (M)	QTDE. DE EIXOS	QTDE. DE PNEUS	SUSPENSÃO	PESO SEM CARGA (T)	CARGA MÁXIMA AUTORIZADA (T)	CARGA MÁXIMA + 10% (T)
	1,2 - 2,4	3	12	Tandem	6,7	25,5	28,05
	> 2,4	2	8	-	6,4	20	22,00
	> 2,4	3	12	-	8,5	30	33,00

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

3.1.5.5 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CARGA (FC)

Os Fatores de Equivalência de Carga (FC) foram calculados pelos métodos da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), USACE (United States of America Corps of Engineers). As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de carga são apresentadas no conteúdo dos quadros subsequentes, onde P representa o peso bruto total sobre o eixo, em toneladas.

Quadro 10 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.

TIPOS DE EIXO	EQUAÇÕES (P EM TF)
Simplex de rodagem simples	$FC = (P/7,77)^{4,32}$
Simplex de rodagem dupla	$FC = (P/8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P/15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P/22,95)^{4,22}$

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

Quadro 11 – Fatores de equivalência de carga do USACE.

TIPOS DE EIXO	FAIXAS DE CARGA (T)	EQUAÇÕES (P EM TF)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 - 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

Considerando as equações acima, foram calculados os FC para cada tipo de veículo, nas situações em que os veículos se encontram carregados (70%) pela Lei da Balança (10% tolerância) e 30% vazios. Os resultados estão apresentados no quadro a seguir.

Quadro 12 – Fatores de Carga e Veículo

FATORES DE CARGA – 80% CARREGADOS PELA LEI DA BALANÇA E 20% DESCARREGADO																									
Método	Ônibus			Caminhões Leves				Trucks	Reboques						Semirreboques						Semireboques especiais				
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6
AASHTO	3,29	1,17	1,16	3,29	2,35	2,26	2,84	2,35	12,50	9,08	8,14	8,14	7,20	6,26	6,19	5,24	5,16	5,24	4,30	4,22	6,26	8,21	8,21	6,17	6,09
USACE	5,10	2,86	3,86	5,10	11,87	12,98	15,76	11,87	32,98	14,66	21,42	21,42	28,18	34,94	9,88	16,64	17,76	16,66	23,40	24,52	34,94	46,48	46,52	36,06	37,19
ESALF	3,57	2,36	2,34	4,13	5,55	7,59	5,52	5,55	16,94	10,78	12,20	12,20	13,62	15,04	7,45	8,87	10,97	8,87	10,29	12,27	15,04	19,78	19,78	17,08	19,14

Percentual de Veículo Comercial																									
VEÍCULOS COMERCIAIS	Ônibus			Caminhões leves				Trucks	Reboques						Semirreboques						Semireboques especiais				
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6
TOTAL POR VEÍCULO	9,60%	0,00%	0,00%	16,40%	12,00%	0,00%	0,80%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,60%	0,00%	8,80%	7,60%	0,00%	10,40%	6,40%	0,00%	13,20%	0,00%	0,00%	0,00%

AASHTO	$FV_{\text{Médio}} =$	4,69
USACE	$FV_{\text{Médio}} =$	20,72
ESALF	$FV_{\text{Médio}} =$	9,92

3.1.5.6 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

Para cada ano de vida útil do projeto, foi obtido o volume médio diário de veículos comerciais na faixa de projeto. O percentual por classes de veículos foi calculado a partir dos dados das pesquisas de contagens volumétricas e classificatórias realizadas ao longo do segmento estudado.

Os volumes de veículos foram identificados por sentido e classificados por tipo, segundo a classificação do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

Foram tomados valores médios para o ano de 2023 a 2033, devidamente corrigidos, e aplicando-se as taxas de crescimento anuais na ordem de 3% ao ano.

Empregando-se essa taxa média de crescimento anual, o volume médio diário de tráfego do ano base (2023) foi projetado para um período de 10 anos, considerando-se 2024 como ano de abertura do projeto e 2033 sendo o final do período de projeto (10º ano).

Com base nessas projeções foi calculado para o empreendimento em estudo pelos métodos da AASHTO e USACE o número “N” para um período de 10 anos após o ano de abertura de tráfego do projeto.

Para o dimensionamento do pavimento recomenda-se, em favor da segurança, adotar os valores de N mais altos, resultantes do método da USACE.

Quadro 13 – Determinação do número N

$N_{(Ano)} = 365 \times Kd \times VMD(\text{total/ano}) \times Fv(\text{médio}) \times Fr$																																	
Ano	Ônibus			Caminhões leves				Trucks	Reboques						Semirreboques						Semirreboques especiais					Total	Metodologia						
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5		AASHTO		USACE		ESALF		
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6		100%	Annual	Acum.	Annual	Acum.	Annual	Acum.
	9,60%	0,00%	0,00%	16,40%	12,00%	0,00%	0,80%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	13,60%	0,00%	8,80%	7,60%	0,00%	10,40%	6,40%	0,00%	13,20%	0,00%	0,00%	0,00%		100%	Annual	Acum.	Annual	Acum.	Annual	Acum.
2023	-	8	0	0	14	10	0	1	1	0	0	0	0	12	0	8	7	0	9	6	0	11	0	0	0	87	-	-	-	-	-	-	
2024	1º	8	0	0	14	10	0	1	1	0	0	0	0	12	0	8	7	0	9	6	0	11	0	0	0	90	7,7E+04	7,7E+04	3,4E+05	3,4E+05	1,6E+05	1,6E+05	
2025	2º	8	0	0	15	11	0	1	1	0	0	0	0	13	0	8	7	0	10	6	0	12	0	0	0	92	7,90E+04	1,56E+05	3,49E+05	6,88E+05	1,67E+05	3,29E+05	
2026	3º	9	0	0	15	11	0	1	1	0	0	0	0	13	0	9	8	0	10	7	0	12	0	0	0	95	8,14E+04	2,37E+05	3,59E+05	1,05E+06	1,72E+05	5,0E+05	
2027	4º	9	0	0	16	11	0	1	1	0	0	0	0	14	0	9	8	0	10	7	0	12	0	0	0	98	8,38E+04	3,2E+05	3,70E+05	1,42E+06	1,77E+05	6,79E+05	
2028	5º	9	0	0	16	12	0	1	1	0	0	0	0	14	0	9	8	0	10	7	0	13	0	0	0	101	8,63E+04	4,07E+05	3,8E+05	1,80E+06	1,83E+05	8,6E+05	
2029	6º	10	0	0	17	12	0	1	1	0	0	0	0	14	0	10	8	0	11	7	0	13	0	0	0	104	8,89E+04	4,96E+05	3,93E+05	2,19E+06	1,88E+05	1,05E+06	
2030	7º	10	0	0	17	12	0	1	1	0	0	0	0	15	0	10	9	0	11	7	0	14	0	0	0	107	9,16E+04	5,88E+05	4,05E+05	2,60E+06	1,94E+05	1,24E+06	
2031	8º	10	0	0	18	13	0	1	1	0	0	0	0	15	0	10	9	0	11	8	0	14	0	0	0	110	9,43E+04	6,82E+05	4,17E+05	3,0E+06	2,00E+05	1,44E+06	
2032	9º	10	0	0	18	13	0	1	1	0	0	0	0	16	0	10	9	0	12	8	0	14	0	0	0	114	9,72E+04	7,79E+05	4,29E+05	3,44E+06	2,06E+05	1,65E+06	
2033	10º	11	0	0	19	13	0	1	1	0	0	0	0	16	0	11	9	0	12	8	0	15	0	0	0	117	1,00E+05	8,79E+05	4,42E+05	3,88E+06	2,12E+05	1,86E+06	
Fv(AASHTO)		3,29	1,17	1,16	3,29	2,35	2,26	2,84	2,35	12,50	9,08	8,14	8,14	7,20	6,26	6,19	5,24	5,16	5,24	4,30	4,22	6,26	8,21	8,21	6,17	6,09	Fvm(AASHTO) =		4,69	Kd = 0,50		Fr = 1,00	
Fv(USACE)		5,10	2,86	3,86	5,10	11,87	12,98	15,76	11,87	32,98	14,66	21,42	21,42	28,18	34,94	9,88	16,64	17,76	16,66	23,40	24,52	34,94	46,48	46,52	36,06	37,19	Fvm(USACE) =		20,72				
Fv(ESALF)		3,57	2,36	2,34	4,13	5,55	7,59	5,52	5,55	16,94	10,78	12,20	12,20	13,62	15,04	7,45	8,87	10,97	8,87	10,29	12,27	15,04	19,78	19,78	17,08	19,14	Fvm(ESALF) =		9,92				
Metodologia															N₁₀ (2031)													i_{médio} = 3,0%					
AASHTO															8,79E+05																		
USACE															3,88E+06																		
ESALF															1,86E+06																		

3.1.5.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTE ESTUDO DE TRÁFEGO

Estes estudos de tráfego foram baseados nos dados do posto de contagem localizado na Rodovia PA-151, no final do perímetro urbano do município de Baião, sentido Breu Branco.

A rodovia em questão é o único acesso via terrestre para o referido município, interligando seu núcleo urbano a diversas comunidades rurais adjacentes e aumentará consideravelmente seu fluxo de veículos depois de concluído os serviços de pavimentação asfáltica.

O número “N” conforme informado anteriormente para a rodovia no local do posto de contagem segundo a metodologia USACE é de 3,88E+06, o que caracteriza um revestimento betuminoso com 5,0 cm de espessura, conforme preconizado no manual de pavimentação do DNIT (2006) – espessura mínima de revestimento em função do número “N”.

Conforme entendimento desta SETRAN – Secretaria de Estado de Transportes do Estado do Pará foi considerada pavimentação asfáltica em **concreto betuminoso com espessura de 5,0cm para a pista principal e 3,0cm para o acostamento.**

Esta espessura de 3,0 cm para os acostamentos baseia-se no Valor de “N” considerando um percentual de 5% do volume de tráfego aferido para a pista de rolamento, o que acarretaria uma solução com aplicação de Tratamento superficial betuminoso, porém, por considerar que este insumo não aumenta substancialmente a resistência estrutural do pavimento, além do mais, o índice de pluviosidade da região não favorece a adoção deste como solução de revestimento, está sendo indicado a solução de 3,00 cm de CBUQ como revestimento dos acostamentos.

3.2 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os Estudos topográficos foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer os elementos necessários para elaboração do projeto básico de engenharia para atender os serviços de construção e pavimentação do segmento em estudo da rodovia PA-151 abrangendo os municípios de Baião, Mojú e Breu Branco.

Os estudos topográficos realizados na área do empreendimento foram desenvolvidos com base nas metodologias e procedimentos técnicos preconizados nas normas técnicas utilizando a NBR 13.133/94 - Execução de levantamento topográfico da ABNT e a IS-205 (Estudos topográficos para projetos executivos de engenharia) do caderno de diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – escopos básicos e instruções de serviço.

Os estudos foram desenvolvidos pelo método eletrônico-digital com a utilização de equipamentos do tipo GPS/GNSS e Estação Total, sendo executadas as seguintes tarefas:

- ✓ Implantação de uma rede topográfica básica;
- ✓ Locação e Amarração do Eixo;
- ✓ Levantamento das Seções Transversais
- ✓ Lançamento das linhas de exploração;
- ✓ Nivelamento e contranivelamento das linhas de exploração;
- ✓ Levantamento Planialtimétrico Cadastral da faixa de domínio.
- ✓ Desapropriação
- ✓ Apresentação dos resultados

3.2.1 Implantação de uma rede topográfica básica

Esta rede topográfica básica constituir-se-á de:

- a. Implantação de uma poligonal planimétrica topográfica com marcos monumentados de lados aproximados de 1 km, ao longo do traçado escolhido para o Projeto Rodoviário e amarrado a marcos da rede geodésica de 1ª ordem do IBGE.
- b. Implantação de uma linha de nivelamento com RN's (Referência de Nível) localizadas de 0,5 km em 0,5 km, ao longo do traçado escolhido para o Projeto Rodoviário.

3.2.2 Locação e Amarração do Eixo

A locação será com início na estaca 0+0,0 localizada no final do perímetro urbano de Baião, desenvolvendo-se pelo eixo da rodovia existente e finalizando o trecho em estudo na estaca 1700+0,00, na altura do Km 34,00 desta PA-151, abrangendo serviços de construção e pavimentação, totalizando uma extensão de 34,0 km.

Para a locação do eixo do projeto com base no eixo existente, foi desenvolvida a locação com estaqueamento de exploração em campo seguindo a diretriz do traçado existente e das obras remanescentes. O eixo locado foi estaqueado de modo contínuo de 20 em 20 metros, nos trechos em tangente. Nos trechos em curvas, para garantir a precisão do trabalho, o mesmo será estaqueado em cordas de 10 metros.

Toda a locação foi implantada ao longo do trecho, nos bordos da rodovia existente, que será a referência para o levantamento cadastral dentro da faixa de domínio e levantamento de seções transversais com detalhamento da plataforma atual.

O sistema de coordenadas utilizado em todo o levantamento cadastral da rede de referência planimétrica foi o DATUM SIRGAS 2000, de coordenadas UTM.

3.2.3 Levantamento das Seções Transversais

As seções transversais foram levantadas tomando como base as estacas de locação no sentido crescente, transversalmente para os lados direito e esquerdo, sendo levantadas todas as informações cadastráveis topograficamente presentes no terreno.

O levantamento das seções transversais foi feito nos piquetes da linha de exploração, pelo método de irradiações com uso de Estações totais para a eficácia dos trabalhos, em face da possibilidade de prescindir de cadernetas de campo, armazenar grande quantidade de dados e eliminar erros de anotação, muito frequentes nos serviços topográficos de campo.

Estes equipamentos reúnem, em um único aparelho, a medição de ângulos e distâncias, apresentando vantagens em relação aos equipamentos tradicionais quanto à coleta, armazenamento, processamento, importação e exportação de dados coletados em campo.

Possuem sensor ativo, pois recebe os dados a partir de um feixe de radiações na faixa do infravermelho, por ele próprio gerado, que atinge prismas colocados sobre o alvo objeto, retornando por reflexão e excitando os sensores da mesma fonte geradora.

3.2.4 Lançamento das linhas de exploração

Estas linhas foram amarradas à rede topográfica básica e obtidas com emprego de equipamentos topográficos tipo estação total ou RTK e trenas de aço. A tolerância admitida para erro angular da linha de exploração será o estabelecido pela expressão:

$$e = 10\sqrt{n}$$

Em que:

e = tolerância, em minutos;

n = número de vértices.

O eixo foi piqueteado de 20m em 20m e em todos os pontos notáveis tais como: P.I, acidentes topográficos, cruzamentos com estradas, margens de rios e córregos. Em todos os piquetes implantados foram colocadas estacas testemunhas, constituídas de madeira de boa qualidade com cerca de 60 cm de comprimento, providas de entalhe inscrito em tinta a óleo, de cima para baixo o número correspondente.

Todos os piquetes correspondentes aos P.I, bem como os piquetes a cada 2 km das tangentes longas, serão amarrados por "pontos de segurança", situados a mais de 20 m do eixo da rodovia.

O processo de amarração será constituído, normalmente, por marcos monumentados, serão organizadas cadernetas de amarrações e registrados os elementos dos pontos amarrados.

As medidas de distância serão feitas a trena de aço, segundo a horizontal para efeito de localização dos piquetes da linha de exploração, entretanto é recomendável utilizar processo estadimétrico para leitura das distâncias entre P.I, a fim de se conferir as medidas efetuadas com maior precisão.

3.2.5 Nivelamento e contranivelamento das linhas de exploração

O nivelamento e contranivelamento de todos os piquetes das linhas de exploração serão feitos com emprego de níveis de precisão.

O controle do nivelamento e contranivelamento será feito por amarração deste nivelamento com a linha básica de RRNN.

A tolerância nos serviços de nivelamento será de 2 cm/km e a diferença acumulada máxima será inferior ou igual à obtida pela fórmula:

$$e = 12,5\sqrt{n}$$

Em que:

n = quilômetros;

e = milímetros

Junto ao nivelamento do eixo, serão nivelados e contra-nivelados todos os pontos notáveis das travessias de cursos d'água existentes, quando anotadas, na caderneta de nivelamento, a cota do espelho d'água, data do nivelamento e cota da máxima enchente.

3.2.6 Levantamento Cadastral da faixa de domínio

Foi realizado o levantamento cadastral da Faixa de Domínio, sendo cadastrada a pista existente, levantamento das edificações e benfeitorias, transposições de cursos d'água, interseções, rede elétrica, telefonia, acesso a vicinais e propriedades particulares e todos os outros elementos para caracterização da faixa de domínio.

Abaixo segue listagem dos equipamentos utilizados nos levantamentos topográficos realizados na rodovia PA-151, Lote-I.

- ✓ Receptor GNSS geodésico, modelo RTK / TRIMBLE R-4;
- ✓ Estação Total modelo Topcon GTS105N com Número de Série Nº 6H2175
- ✓ Estação Total modelo Topcon GTS105N com Número de Série Nº 6H6189

3.2.7 Desapropriação

Após a conclusão dos estudos topográficos, levantamentos planialtimétricos e cadastrais da rodovia em estudo, foi constatado que a faixa de domínio encontra-se preservada não havendo necessidade de desapropriação em eventuais serviços de engenharia para construção e pavimentação.

3.2.8 Apresentação dos resultados

Após a coleta e processamento dos levantamentos de campo através dos softwares topográficos que deverão ter o formato TSO, ASCII, DXF ou DGN, os quais além de efetuarem os cálculos deverão, também, editar desenhos através da

função CAD, estes programas são capazes de processar cálculos de áreas, coordenadas de pontos, alturas, desníveis, distâncias inclinadas e reduzidas resultando em segurança e grande economia de tempo de trabalhos realizados no escritório contribuindo para a automatização das plantas geométricas em planta que são apresentadas no volume 02 - Projeto Básico de execução, em formato A3.

3.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram desenvolvidos de acordo com as normas e procedimentos do DNIT através das diretrizes estabelecidas no escopo para elaboração de projeto de engenharia (EB-104).

Tem como objetivo localizar e caracterizar o conhecimento dos solos do subleito do traçado executado, assim como o estudo de ocorrências de materiais, definição dos parâmetros físicos e mecânicos do terreno natural, subleito, sub-base e base, intervenientes no dimensionamento do pavimento, bem como as características geotécnicas das ocorrências dos materiais estudados, visando o fornecimento de ocorrências de solos, areais, seixeiros e/ou pedreiras, para utilização em terraplenagem, pavimentação, drenagem e como agregados para concreto, além de caracterizar o subleito e camadas do pavimento ao longo da rodovia em estudo.

3.3.1 SONDAGEM DO SUBLEITO

O dimensionamento das estruturas de pavimento está diretamente ligado às características geotécnicas do subleito.

A infraestrutura do pavimento deve ser dimensionada visando proporcionar condição adequada de suporte aos materiais a ela sobrepostos, analisando as características do subleito e disponibilidade de materiais em cada região.

As características do subleito foram determinadas a partir dos resultados de ensaios geotécnicos. Assim, foram executados ao longo do trecho 93 (noventa e três) furos de sondagem, na profundidade de até 1,50 m.

Os furos foram distribuídos de maneira a caracterizar o solo prospectado ao longo de todo o trecho.

É importante destacar, que para cada furo sondado, foram feitas anotações nos boletins de sondagens referentes à estaca de localização, profundidade, classificação expedita do material e observações sobre excesso de umidade ou surgimento do NA.

As amostras coletadas para a caracterização dos solos do subleito foram submetidas aos seguintes ensaios:

- Análise granulométrica por peneiramento;
- Limite de liquidez;

- Limite de plasticidade;
- Ensaio de compactação;
- Índice Suporte Califórnia – ISC;
- Expansão.

A seguir é apresentado os boletins de sondagens dos 105 furos efetuados na extensão do sub-trecho do lote em estudo bem como análise estatística do material prospectado

3.3.2 BOLETIM DE SONDAAGEM

Quadro 14 – Boletim de Sondagem do Subleito.

BOLETIM DE SONDAAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
1	0	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
2	25	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
3	50	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
4	75	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
5	100	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
6	125	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
7	150	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
8	175	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
9	200	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
10	225	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
11	250	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
12	275	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
13	300	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
14	325	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
15	350	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
16	375	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
17	400	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
18	425	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
19	450	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
20	475	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
21	500	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
22	525	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
23	550	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
24	575	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela

BOLETIM DE SONDAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
			0,00	1,50	
25	600	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
26	625	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
27	650	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
28	675	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
29	700	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
30	725	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
31	750	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
32	775	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
33	800	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
34	825	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
35	850	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
36	875	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
37	900	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
38	925	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
39	950	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
40	975	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
41	1000	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
42	1025	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
43	1050	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
44	1075	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
45	1100	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
46	1125	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
47	1150	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
48	1175	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela

BOLETIM DE SONDAAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
			0,00	1,50	
49	1200	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
50	1225	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
51	1250	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
52	1275	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
53	1300	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
54	1325	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
55	1350	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
56	1375	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
57	1400	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
58	1425	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
59	1450	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
60	1475	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
61	1500	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
62	1525	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
63	1550	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
64	1575	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
65	1600	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
66	1625	LD	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
67	1650	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
68	1675	LE	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela
69	1700	X	0,00	1,50	Areia siltosa argilosa amarela

3.3.3 ESTATÍSTICA DO SUBLEITO

Quadro 15 – Análise estatística do Subleito.

ANÁLISE ESTATÍSTICO - LOTE 01							
ENSAIOS			N	\bar{X}	σ	X min	Xmáx.
GRANULOMETRIA	PENEIRAS - % PASSANDO	1"	69	100,0	0,0	100,0	100,0
		3/4"	69	100,0	0,0	100,0	100,0
		3/8"	69	100,0	0,0	100,0	100,0
		4	69	99,6	0,8	98,8	100,0
		10	69	96,3	1,6	94,7	97,9
		40	69	81,4	2,3	79,2	83,7
		80	-	-	-	-	-
		200	69	22,7	1,8	21,0	24,5
FAIXA DO DNER							
L.L			69	0,00	0,00	0,00	0,00
I.P			69	0,00	0,00	0,00	0,00
E.A							
I.G			0				
CLASSIF. H.R.B.			A-2-4				
AASHO NORMAL	12 GOLPES	DENS. MÁXIMA	69	1.722	12,3	1.710	1.735
		UMID. ÓTIMA	69	9,3	0,4	8,9	9,7
		I.S.C.	69	9,8	0,8	9,0	10,5
		EXPANSÃO	69	0,00	0,00	0,00	0,00
AASHO INTERM.	26 GOLPES	DENS. MÁXIMA		-	-	-	-
		UMID. ÓTIMA		-	-	-	-
		I.S.C.		-	-	-	-
		EXPANSÃO		-	-	-	-
AASHO MOD.	56 GOLPES	DENS. MÁXIMA		-	-	-	-
		UMID. ÓTIMA		-	-	-	-
		I.S.C.		-	-	-	-
		EXPANSÃO		-	-	-	-
DADOS DE	CAMPO	PE "IN SITU" (g/dm³)		-	-	-	-
		UMID. NAT. (%)		-	-	-	-
		GRAU DE COMP. (%)		-	-	-	-
DADOS	LAB.	DENS. MÁXIMA		-	-	-	-
		UMID. ÓTIMA		-	-	-	-

3.3.4 ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

O estudo das ocorrências de materiais foi desenvolvido com o objetivo de localizar materiais de modo a suprir as necessidades dos serviços de terraplenagem, drenagem e pavimentação da rodovia em estudo.

Para todas estas ocorrências, foram realizados estudos com coletas de amostras para verificação da qualidade dos materiais destinados à obra.

Em relação às jazidas de solo, a região do empreendimento apresentou boa disponibilidade de material, dotado de qualidade suficiente para confecção das camadas de sub-base e base do pavimento asfáltico.

No que diz respeito aos empréstimos, os estudos realizados sobre as amostras coletadas apontaram qualidade suficiente para serem utilizados como material das camadas de terraplenagem.

3.3.5 EMPRÉSTIMOS

Foram identificados 07 (sete) empréstimos localizados ao longo do trecho, todos economicamente viáveis a exploração, onde foram executados furos de sondagens e efetuadas coletas amostrais para os ensaios de caracterização, compactação e CBR.

O quadro a seguir apresenta a localização e volume dos empréstimos identificados durante o levantamento de campo.

Quadro 16 – Localização e volumes dos empréstimos.

Empréstimos		
Ocorrência	Estaca	Volumes (m ³)
Empréstimo E-01 LD/LE	157+0,00	43.200
Empréstimo E-02 LD/LE	597+0,00	38.400
Empréstimo E-03 LD/LE	730+0,00	36.000
Empréstimo E-04 LD/LE	1145+0,00	30.000
Empréstimo E-05 LD/LE	1235+0,00	24.000
Empréstimo E-06 LD/LE	1600+0,00	19.800
Empréstimo E-07 LD/LE	1760+0,00	33.000

Fonte: Elaboração Própria

A seguir é apresentado o gráfico linear dos empréstimos bem como suas localizações além dos boletins de sondagens e resumo dos ensaios

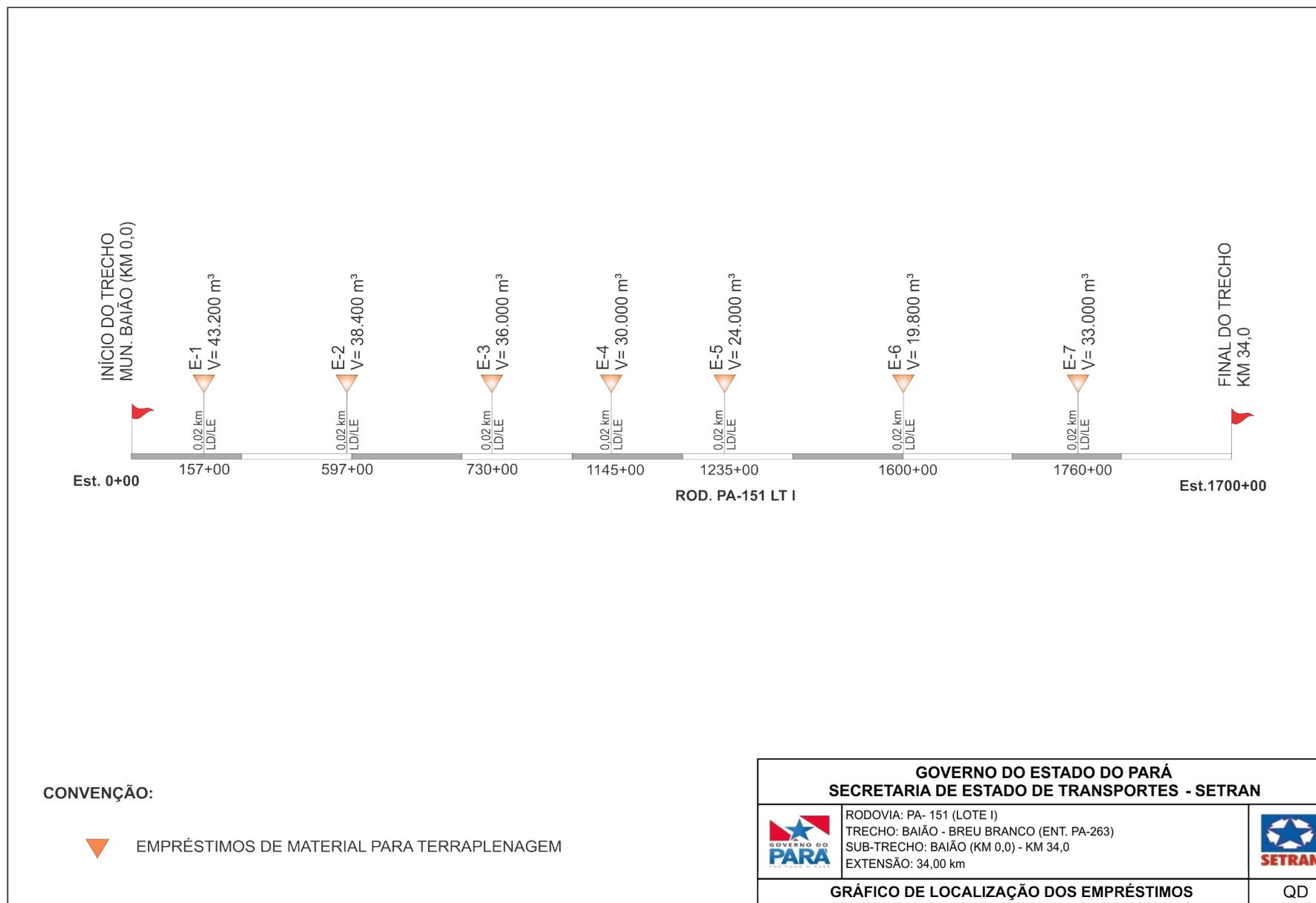


Figura 3 – Gráfico de localização dos empréstimos

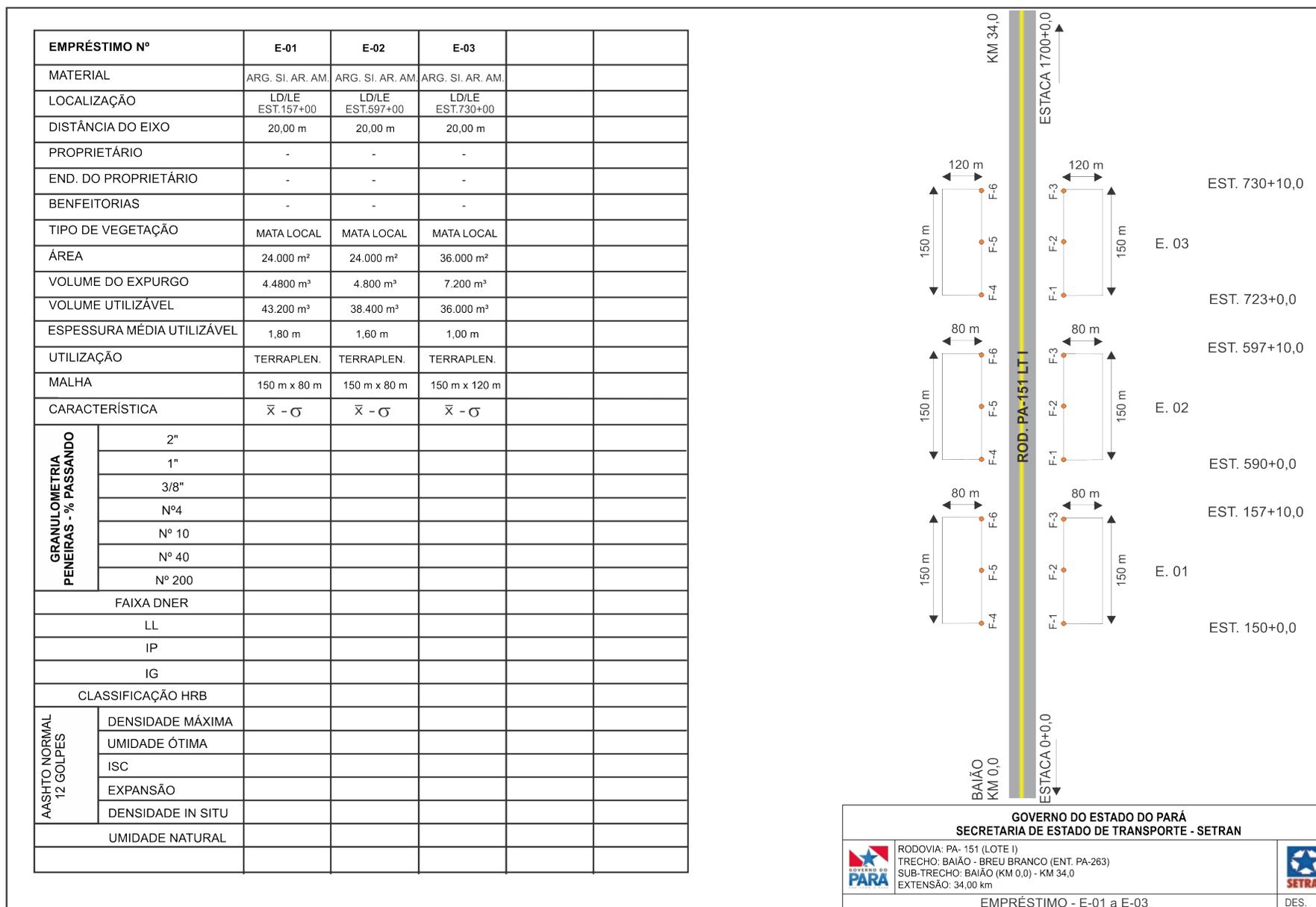
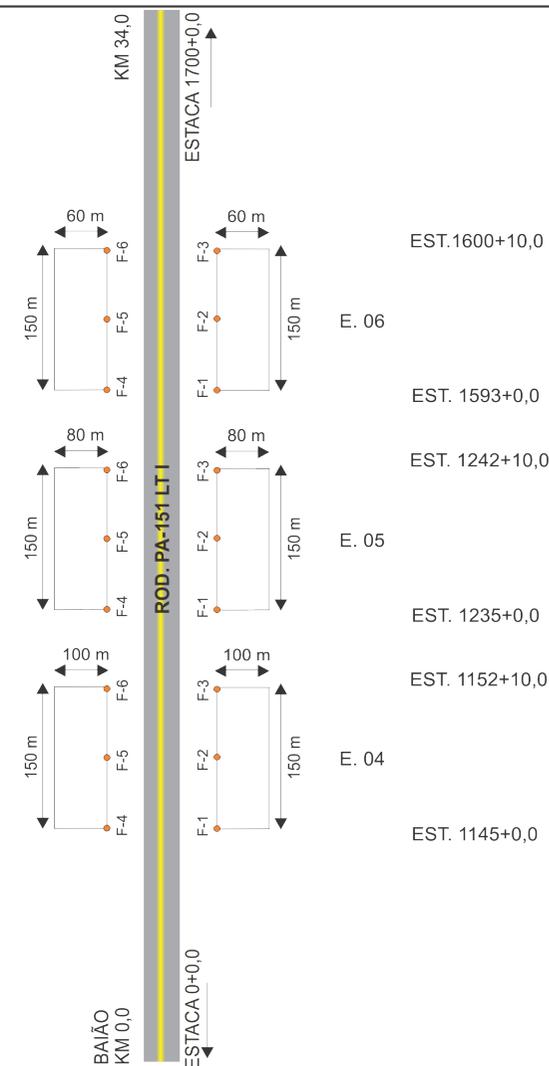


Figura 4 – Localização dos empréstimos 01 ao 03

EMPRÉSTIMO Nº	E-04	E-05	E-06		
MATERIAL	ARG. SI. AR. AM.	ARG. SI. AR. AM.	ARG. SI. AR. AM.		
LOCALIZAÇÃO	LD/LE EST.1145+00	LD/LE EST.1235+00	LD/LE EST.1600+00		
DISTÂNCIA DO EIXO	20,00 m	20,00 m	20,00 m		
PROPRIETÁRIO	-	-	-		
END. DO PROPRIETÁRIO	-	-	-		
BENFEITORIAS	-	-	-		
TIPO DE VEGETAÇÃO	MATA LOCAL	MATA LOCAL	MATA LOCAL		
ÁREA	30.000 m ²	24.000 m ²	18.000 m ²		
VOLUME DO EXPURGO	6.000 m ³	4.800 m ³	3.600 m ³		
VOLUME UTILIZÁVEL	30.000 m ³	24.000 m ³	19.800 m ³		
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	1,00 m	1,00 m	1,10 m		
UTILIZAÇÃO	TERRAPLEN.	TERRAPLEN.	TERRAPLEN.		
MALHA	150 m x 100 m	150 m x 80 m	150 m x 60 m		
CARACTERÍSTICA	$\bar{x} - \sigma$	$\bar{x} - \sigma$	$\bar{x} - \sigma$		
GRANULOMETRIA PENEIRAS - % PASSANDO	2"				
	1"				
	3/8"				
	Nº4				
	Nº 10				
	Nº 40				
	Nº 200				
FAIXA DNER					
LL					
IP					
IG					
CLASSIFICAÇÃO HRB					
AASHTO NORMAL 12 GOLPES	DENSIDADE MÁXIMA				
	UMIDADE ÓTIMA				
	ISC				
	EXPANSÃO				
	DENSIDADE IN SITU				
UMIDADE NATURAL					



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE - SETRAN	
	RODOVIA: PA- 151 (LOTE I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,0) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km
	DES.
EMPRÉSTIMO - E-04 a E-06	

Figura 5 – Localização dos empréstimos 04 ao 06

EMPRÉSTIMO Nº	E-07				
MATERIAL	ARG. SI. AR. AM.				
LOCALIZAÇÃO	LD/LE EST.1760+00				
DISTÂNCIA DO EIXO	20,00 m				
PROPRIETÁRIO	-				
END. DO PROPRIETÁRIO	-				
BENFEITORIAS	-				
TIPO DE VEGETAÇÃO	MATA LOCAL				
ÁREA	30.000 m ²				
VOLUME DO EXPURGO	6.000 m ³				
VOLUME UTILIZÁVEL	33.000 m ³				
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	1,10 m				
UTILIZAÇÃO	TERRAPLEN.				
MALHA	150 m x 100 m				
CARACTERÍSTICA	$\bar{x} - \sigma$				
GRANULOMETRIA PENEIRAS - % PASSANDO	2"				
	1"				
	3/8"				
	Nº4				
	Nº 10				
	Nº 40				
	Nº 200				
FAIXA DNER					
LL					
IP					
IG					
CLASSIFICAÇÃO HRB					
AASHTO NORMAL 12 GOLPES	DENSIDADE MÁXIMA				
	UMIDADE ÓTIMA				
	ISC				
	EXPANSÃO				
	DENSIDADE IN SITU				
UMIDADE NATURAL					

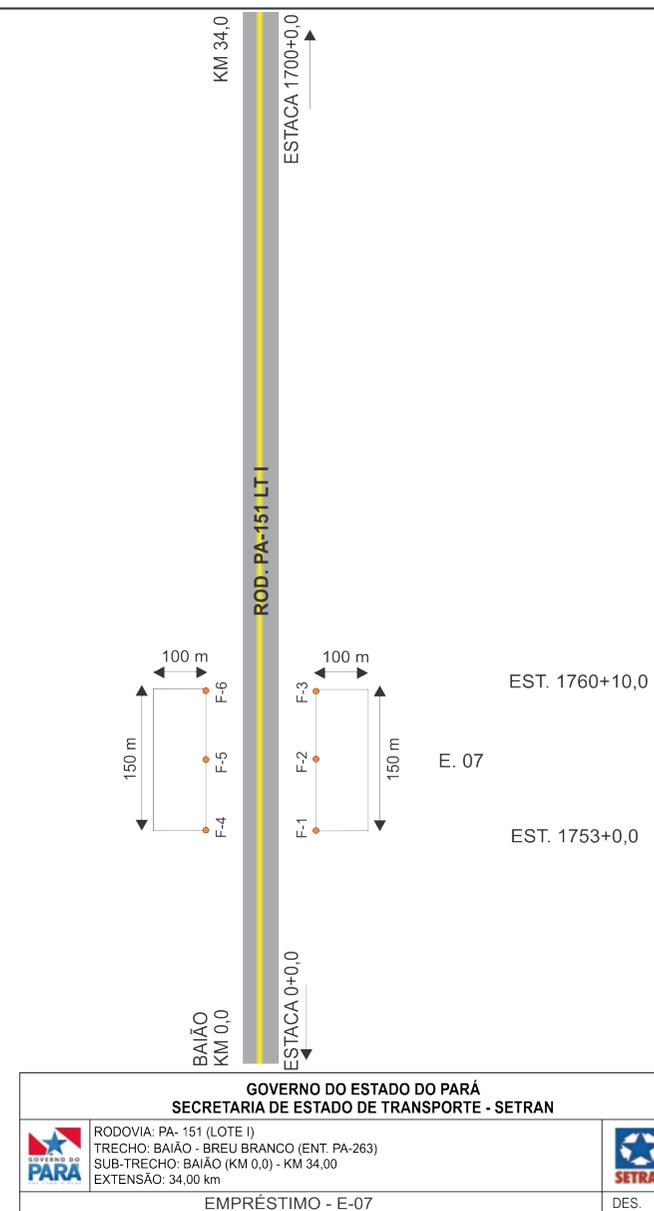


Figura 6 – Localização do empréstimo 07

3.3.6 JAZIDAS

Foram identificadas 02 (duas) jazidas de solo com volume de material suficiente para execução das camadas de Sub-base e Base da estrutura do pavimento asfáltico do trecho em estudo.

As referentes jazidas mostram-se economicamente viáveis a exploração, onde foram executados furos de sondagens e efetuadas coletas amostrais para os ensaios de caracterização, compactação e CBR.

O quadro a seguir apresenta as localizações e volumes das jazidas identificadas durante levantamento de campo.

Quadro 17 – Localização e volumes das jazidas

Jazidas		
Ocorrência	Estaca	Volumes (m³)
Jazida J-01 LE	900+0,00	85.000
Jazida J-02 LD	2000+0,00	67.200

Fonte: Elaboração Própria

As figuras subsequentes apresentam as jazidas de solo em relação ao eixo da rodovia em estudo.

A jazida 01 situa-se na Estaca 900+00, lado esquerdo, a 500 metros do eixo da rodovia em estudo. O material prospectado desta jazida é do tipo solo granular vermelho, com volume útil estimado de 85.000 m³.

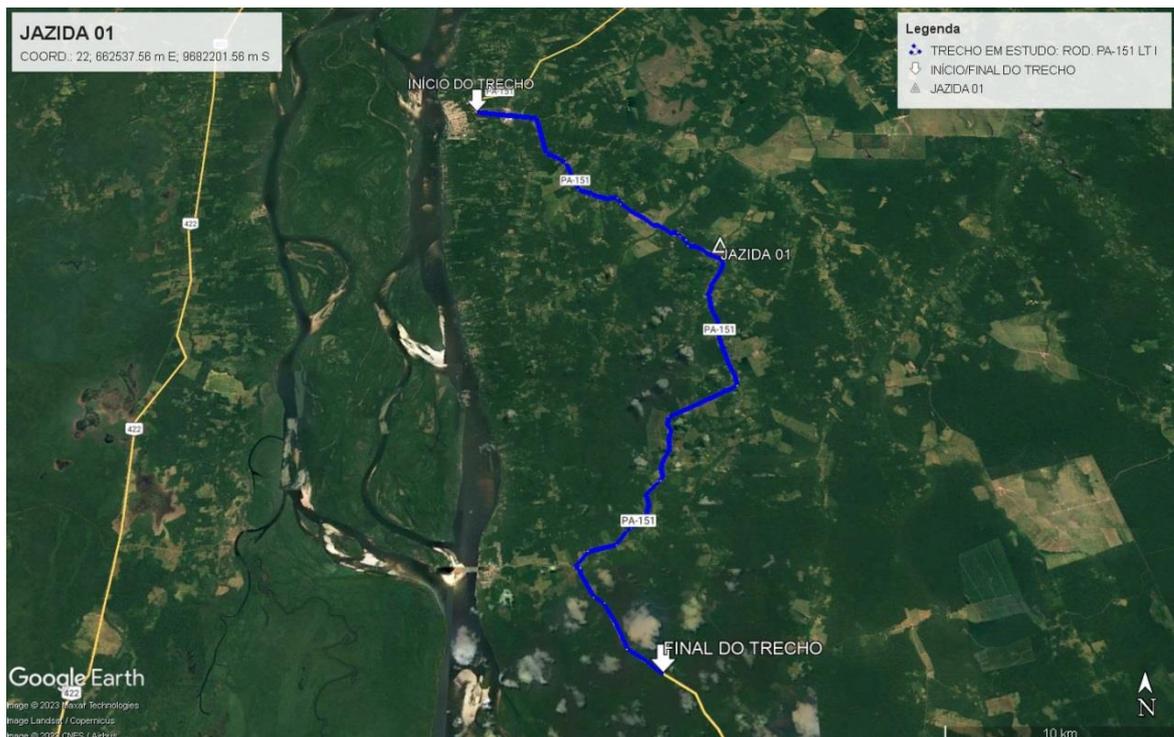


Figura 7 – Localização da Jazida 01

A jazida 02 situa-se na Estaca 2000+00, lado direito, a 1500 metros do eixo da rodovia em estudo. O material prospectado desta jazida é do tipo solo granular vermelho, com volume útil estimado de 67.020 m³.

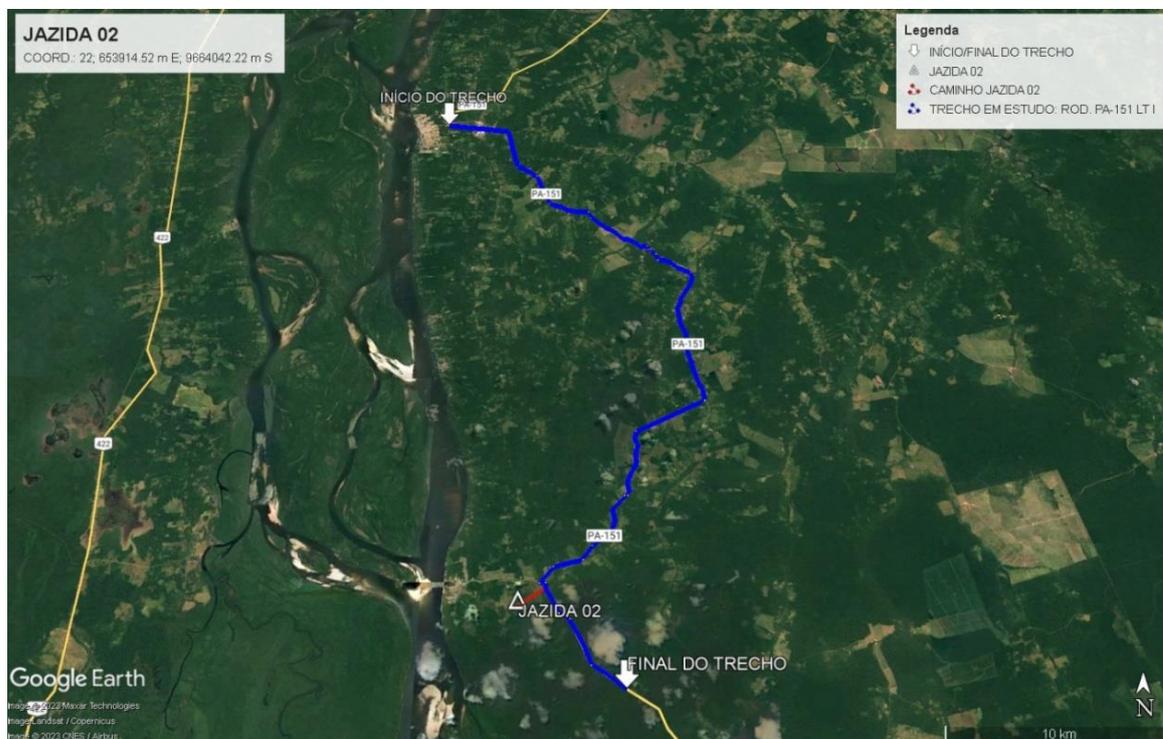


Figura 8 – Localização da Jazida 02

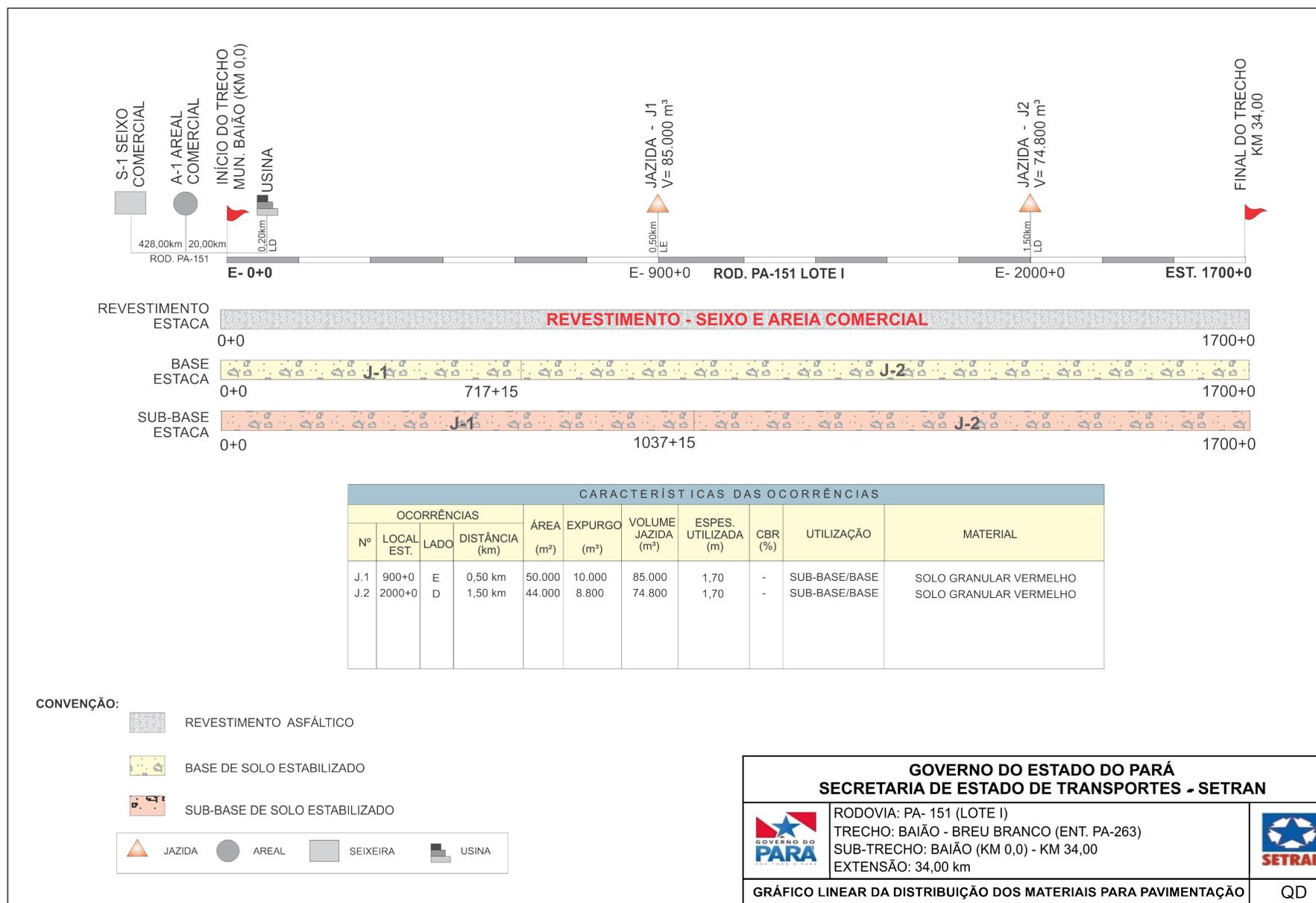


Figura 9 – Gráfico linear de distribuição dos materiais de pavimentação

CARACTERÍSTICAS GERAIS

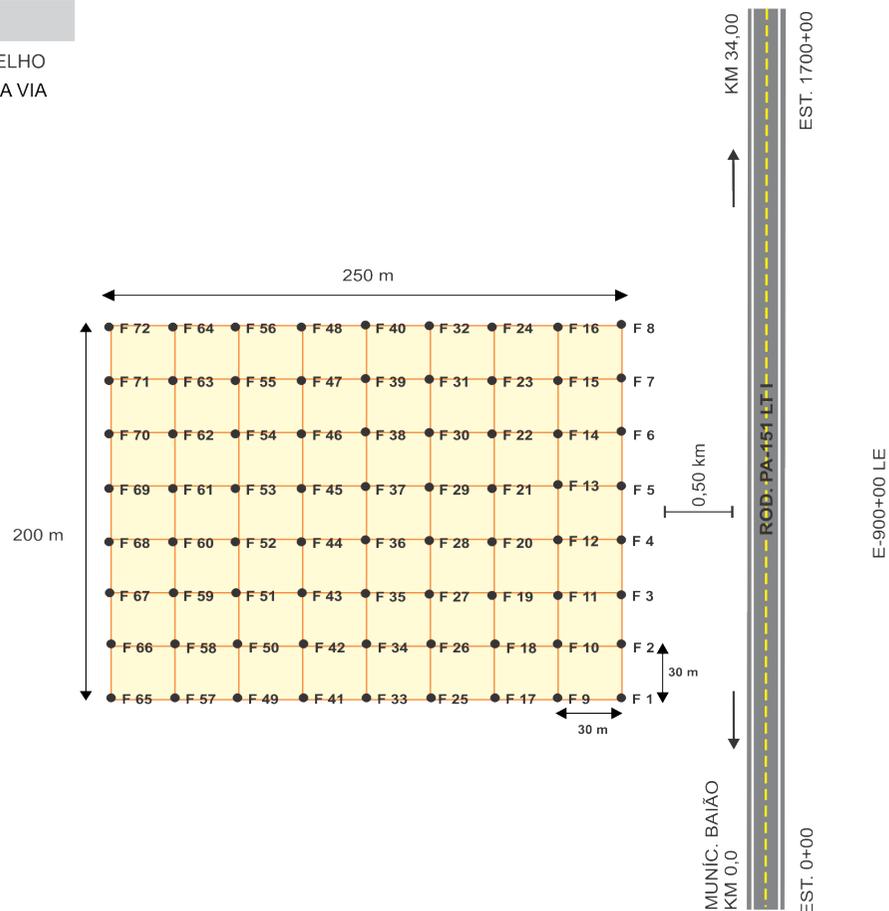
MATERIAL: SOLO GRANULAR VERMELHO
 LOCALIZAÇÃO: E-900+00, LE, A 0,50 km DA VIA
 PROPRIETÁRIO: NÃO IDENTIFICADO
 ENDEREÇO DO PROP: NÃO IDENTIFICADO
 BENFEITORIAS: NÃO HÁ
 TIPO DE VEGETAÇÃO: ÁREA DE CAMPO
 UTILIZAÇÃO: SUB-BASE/BASE
 ÁREA: 50.000 m²
 ESP. MÉDIA UTILIZÁVEL: 1,70 m
 VOLUME UTILIZÁVEL: 85.000 m³
 VOLUME DO EXPURGO: 10.000 m³
 MALHA: 30 m x 30 m

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS

ENSAIOS	N	X	\bar{V}	X mín.	X máx.
GRANULOMETRIA PENEIRAS - % PASS.	2"				
	1"				
	3/8"				
	Nº4				
	Nº 10				
	Nº40				
FAIXA DNER/DNIT	Nº200				
	L.L.				
	I.P.				
	E.A.				
	I.G.				
CLASSIF. HBR					
PROCTOR INTERMEDIÁRIO	DENS. MÁX.				
	UMID. ÓTIMA				
	I.S.C.				
PROCTOR MODIFICADO	EXPANSÃO				
	DENS. MÁX.				
	UMID. ÓTIMA				
EXPANSÃO	I.S.C.				

OS VALORES MÁXIMOS E MÍNIMOS ADOTADOS CORRESPONDEM:

$$X_{\min} = \bar{X} - \frac{1,29\bar{V}}{\sqrt{N}} - 0,68\bar{v} \quad X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\bar{V}}{\sqrt{N}} + 0,68\bar{v}$$



LEGENDA:

- Furo Realizado
- Furo Realizado/Coletado/Ensaiado
- ⊙ Bússola

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA- 151 (LOTE I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,0) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km
	
	JAZIDA 01
QD	

Figura 10 – Localização da jazida 01

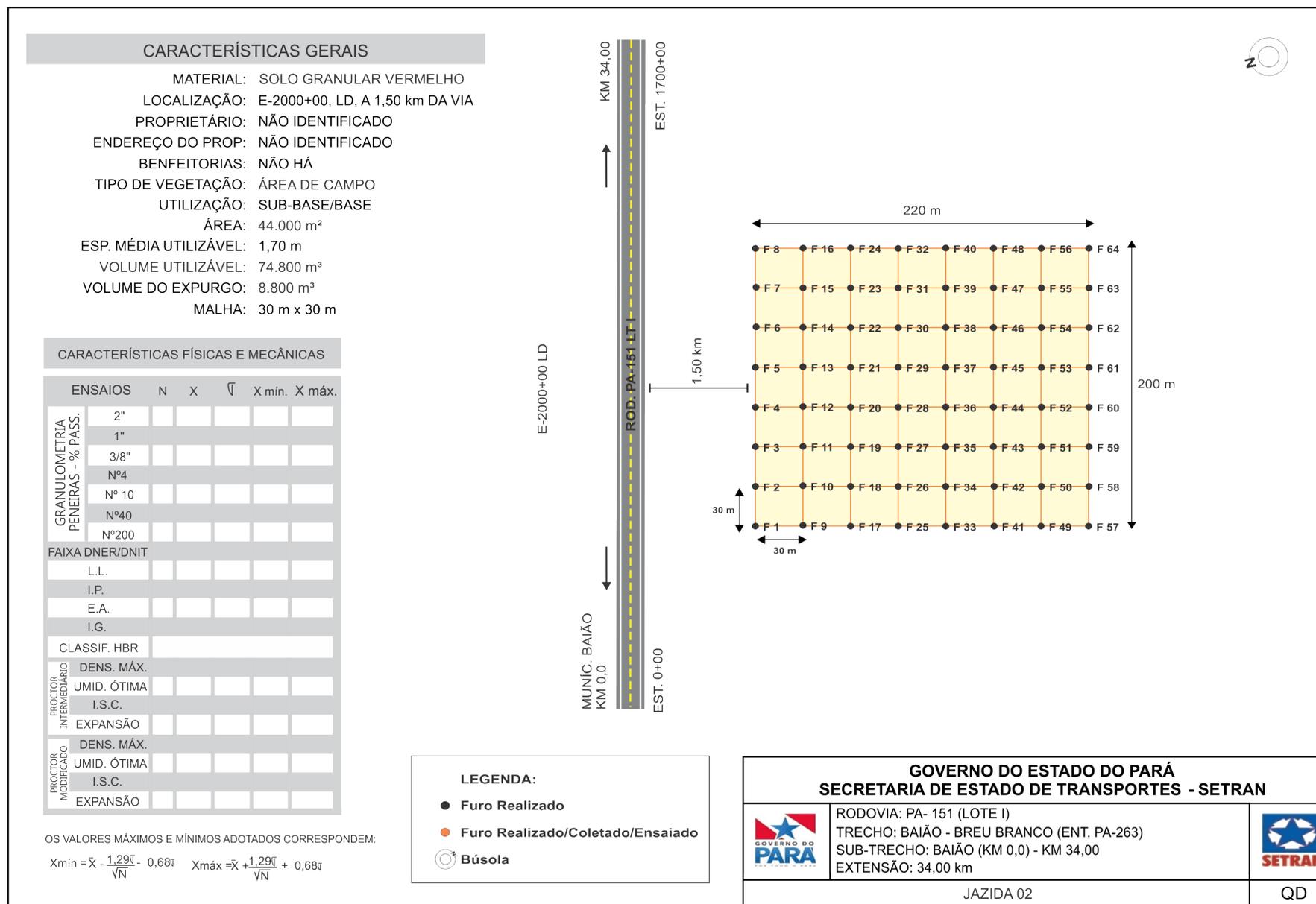


Figura 11 – Localização da jazida 02

3.3.7 AREAL

Foi identificado durante levantamento de campo um local provido de areia a 20,00 Km antes do início do segmento em estudo às margens da rodovia PA-151 com qualidade e disponibilidade para atender aos serviços de drenagem e pavimentação.

3.3.8 SEIXEIRA

Não foram identificados na área do empreendimento seixeiras e / ou jazidas com qualidade e disponibilidade de areia e seixo para atender aos serviços de drenagem e pavimentação. Este tipo de insumo será fornecido pelo município de Ourém distante cerca de 450,00 km do início do trecho.

3.4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com a finalidade de se avaliar circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas na região onde se localiza o projeto em questão, de modo a fornecer elementos necessários para a obtenção das soluções que dotem a área do empreendimento de condições indispensáveis para suportar os efeitos da natureza incidentes sobre a mesma através do ciclo hidrológico, permitindo o adequado dimensionamento dos dispositivos de drenagem

O presente Estudo foi elaborado em conformidade com o preconizado na IS-203, integrante das “Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos e Instruções de Serviço” (publicação IPR-726/2006) do DNIT.

Tais estudos obedeceram às recomendações do “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem” (publicação IPR-715/2005) do DNIT visando caracterizar as condições de vazão máxima afluente a cada obra de arte ou de drenagem superficial, compreendida na rodovia, bem como definir os regimes de chuvas e as climatologias específicas para a região cortada pela rodovia, e ainda, a identificação e caracterização das obras de drenagem.

Foram consideradas as seguintes etapas:

- ✓ Caracterização climática e geomorfológica da região de interesse;
- ✓ Determinação das características das bacias hidrográficas atravessadas pelo trecho;
- ✓ Coleta de dados pluviográficos e pluviométricos para determinação do regime de chuvas da região;
- ✓ Elaboração de cálculos, a partir dos dados obtidos e das determinações feitas, para conhecimento das condições em que se verificam as precipitações pluviais e o escoamento superficial.

A finalidade da orientação adotada no estudo é obter os elementos de natureza hidrológica que permitam:

- ✓ Verificação das seções de vazão das obras de arte correntes e especiais existentes, incluindo vistoria realizada “in loco” por técnicos especializados;
- ✓ Dimensionamento hidráulico das novas obras de arte correntes a construir / substituir;
- ✓ Dimensionamento hidráulico das pequenas obras de drenagem a construir

3.4.1 Clima

As condições climáticas deste segmento são determinadas através dos fatores dinâmicos, que asseguram certa homogeneidade de clima, característico de toda a região Norte. Possui características climáticas quentes, úmido a semiárido, com 1 a 5 meses secos.

O clima da região atravessada pela rodovia em estudo, segundo a classificação de Wladimir Köppen enquadra no tipo tropical AW, quente e úmido com chuvas de verão, cujas principais características são:

Clima tropical quente e úmido com estação seca bem acentuada coincidindo com a primavera e verão e estação úmida correspondendo ao inverno; a temperatura média dos meses quentes mantém-se acima de 22°C, limite abaixo do qual não se pode desenvolver certas plantas tropicais.

O clima do tipo AW tem, pelo menos, um mês com altura de chuva inferior a 60,0mm. Correspondem as savanas tropicais.

3.4.2 HISTÓRICO DAS CHUVAS

Para o estudo das precipitações pluviométricas, utilizaram-se os dados da Estação Meteorológica mais representativa para o trecho, sendo que os dados foram obtidos junto a ANA (Agência Nacional de Águas) e a estação de coleta é:

Quadro 18 – Dados da Estação

Dados da Estação	
Código	00249003
Nome	BAIÃO
Estado	PARÁ
Município	BAIÃO
Código do Município	5012000
Responsável	ANA
Latitude	-02:47:06
Longitude	-49:40:10
Início da leitura	1/5/1984

3.4.3 ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE BAIÃO - 00249003

Após consultas, foram encontradas leituras de pluviógrafos desde maio de 1984 até agosto de 2005, totalizando 22 anos de observações. Foram detectadas falhas de registros nos períodos de novembro de 1989 a maio de 1991, além de diversas falhas pontuais.

Todas as falhas foram sistematicamente preenchidas com o valor da média correspondente ao mês do mesmo nome, dotando de maior confiabilidade à série.

Com resultado da análise e homogeneização da série foram calculados os parâmetros característicos da pluviometria local, conforme resumido no histograma apresentado a seguir.

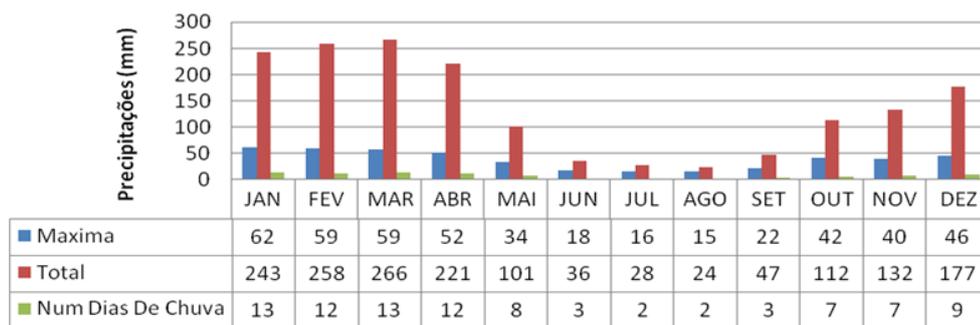


Figura 12 – Histograma das precipitações médias no período de 1984 a 2004

3.4.3.1 ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS MÁXIMAS

Para definição das descargas máximas prováveis, um dos fatores mais importantes é a caracterização das intensidades máximas que poderão ocorrer na área do projeto.

Neste estudo, serão utilizadas as leituras máximas anuais do posto pluviométrico de Baião (00249003), processadas mediante análise estatística conforme as metodologias de Gumbel e Ven Te Chow.

O período de recorrência (TR) é definido como sendo o intervalo médio de anos dentro do qual ocorre ou é superada uma dada chuva de magnitude P. Se P_b é a probabilidade desse evento ocorrer ou for superado em um ano qualquer, tem-se a relação $TR = 1/P_b$.

Tomando-se N anos de observação de um determinado posto pluviométrico, seleciona-se a precipitação máxima diária ocorrida em cada ano, obtendo-se a série anual de valores.

Ordenando-se em ordem decrescente com um número de ordem M que varia de 1 a N, pode-se calcular a frequência com que o valor P de ordem M é igualado ou superado no rol de N anos como sendo $F = M / N + 1$ (Critério de Kimball).

Quando N é muito grande, o valor de F é bastante próximo de P_b , mas para poucas observações pode haver grandes afastamentos. Esta é à base do método de Gumbel. O cálculo de probabilidades obtido por Gumbel supõe que existam infinitos

elementos. Na prática, pode-se levar em conta o número real de anos de observação utilizando-se a fórmula geral de Ven Te Chow.

$$P_{mxd} = P_{med} + k \cdot \sigma$$

Onde:

P_{mxd} = Precipitação máxima diária provável para certo período de recorrência;

P_{med} = Média das precipitações máximas no período observado;

k = Fator de frequência;

σ = Desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

Os valores do fator de frequência (k) são obtidos através da expressão:

$$k = (y - y_n) / \sigma_n$$

Onde:

y = Variável reduzida: $y = -\text{Ln} [\text{Ln} (TR) - \text{Ln} (TR-1)]$

y_n = Média aritmética da variável reduzida: $y_n = \sum y / n$

σ_n = Desvio-padrão da variável reduzida: $\sigma_n = [\sum (y - y_n)^2 / n]^{1/2}$

n = número de amostras

$\sum y$ = somatório das variáveis reduzidas relativas a cada elemento da amostra.

Quadro 19 – Variável reduzida

VARIÁVEL REDUZIDA Y							
TR	5	10	15	20	25	50	100
y	1,5	2,25	2,674	2,97	3,199	3,902	4,6

Segue a série histórica das máximas e o processamento estatístico conforme exposto acima da estação pluviométrica Baião (00249003):

Quadro 20 – Série histórica estação pluviométrica Breves

Ano	Máxima (mm)	Mês	Ano	Máxima (mm)	Mês
1984	131	JAN	1995	146	JAN
1985	65	SET	1996	96	MAR
1986	62	JAN	1997	121	FEV
1987	82	JUN	1998	98	NOV
1988	70	MAR	1999	81	FEV
1989	68	NOV	2000	102	FEV
1990	68	MAI	2001	69	JAN
1991	60	JAN	2002	71	NOV
1992	94	JAN	2003	113	MAR
1993	79	ABR	2004	123	ABR
1994	68	ABR	2005	94	JAN

3.4.4 PARÂMETROS

Após tratamento estatístico conforme exposto acima foram calculados os seguintes parâmetros:

- P_{med} = Média das precipitações máximas no período observado = 93,8 mm
- σ = Desvio padrão das N precipitações máximas diárias = 27,66 mm

3.4.5 CÁLCULO DO FATOR DE FREQUÊNCIA “K”

Cálculo do fator de frequência “k” para tr de 30 anos e cálculo das chuvas máximas diárias prováveis para os tempos de recorrência:

- Y_n = Média aritmética da variável reduzida (30 anos) = 0,545805;
- σ_n = Desvio-padrão da variável reduzida = 1,15.

Quadro 21 – Tempos de Recorrências – TR

TR	5	10	15	20	25	50	100
y	1,5	2,25	2,674	2,97	3,199	3,902	4,6
k	0,830	1,482	1,851	2,108	2,307	2,919	3,526
P _{mx} d (mm)	116,76	134,81	145,00	152,13	157,62	174,54	191,34

3.4.6 DEFINIÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA

As precipitações máximas prováveis determinadas pelo estudo estatístico para os tempos de recorrência de 5, 10, 15, 20, 25, 50 e 100 anos correspondem as chuvas diárias (1 dia).

Seguidamente é feita a conversão da chuva de 1 dia em chuva de 24 horas, multiplicando-se a primeira pelo fator 1,13 conforme recomendado na pág. 106 do “Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem” – IPR 715 do DNIT.

Quadro 22 – Chuvas máximas prováveis est. pluv. de Breves

TR	5	10	15	20	25	50	100
P _{máx} (mm)	116,76	134,81	145,00	152,13	157,62	174,54	191,34
P ₂₄ (mm)	131,94	152,34	163,85	171,91	178,11	197,24	216,22

Para possibilitar a desagregação das chuvas de 24 horas foram utilizadas as correlações expostas na publicação “Práticas Hidrológicas” do engenheiro Jaime Taborga Torrico (1974).

Após superposição cartográfica local de implantação do projeto no Mapa de Isozonas contido na citada publicação foi definida a Isozona “F” (Zonas Continental e

Noroeste com coeficientes de intensidade altos) como aplicável ao do trecho em estudo.

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

ZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min 24 h CHUVA	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	36,3	35,0	34,7	33,6	32,5	7,0	6,3
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	36,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,8	38,4	37,2	36,0	9,8	8,5
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,6	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	46,9	44,5	43,1	15,4	13,7
	49,0	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9

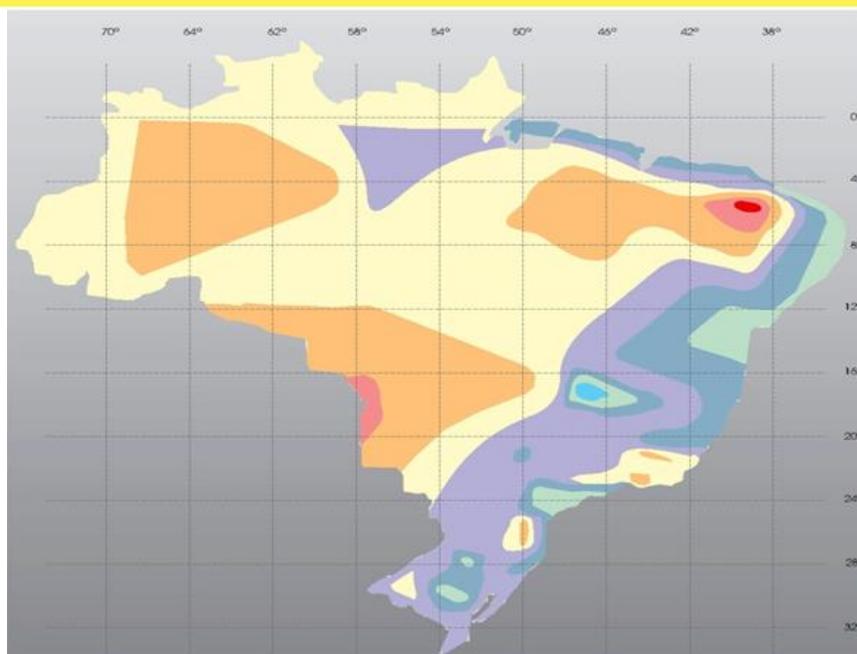


Figura 13 – Mapa de Isozonas

Conseqüentemente foram escolhidos os percentuais definidos pela isozona “F” a serem utilizados para obtenção das chuvas de 1 hora e 6 minutos. O restante das durações foi interpolado das curvas logarítmicas geradas com os dados da desagregação.

Quadro 23 – Desagregação / Precipitações - Estação Pluviométrica Breves

Duração/Desagregação							
min	5	30	60	180	360	720	1440
horas	0,083	0,5	1	3	6	12	24
TR	Alturas das precipitações desagregadas (mm)						
10	21	57	69	97	115	134	152
15	23	61	74	104	123	144	164
25	25	66	80	112	134	156	178
50	27	72	88	123	147	172	197
100	27	76	95	134	161	188	216

Quadro 24 – Intensidade das chuvas desagregadas - Estação Pluviométrica

Duração/Desagregação							
min	5	30	60	180	360	720	1440
horas	0,083	0,5	1	3	6	12	24
TR	Intensidade das Precipitações Desagregadas (mm/h)						
10	254	113	69	32	19	11	6
15	273	121	74	35	21	12	7
25	297	131	80	37	22	13	7
50	329	145	88	41	25	14	8
100	322	151	95	45	27	16	9

Com base na desagregação das chuvas para os tempos de recorrência de 10, 15, 25, 50 e 100 foram elaboradas as curvas Precipitação x Duração x Frequência (PDF) e Intensidade x Duração x Frequência (IDF) conforme os gráficos abaixo.

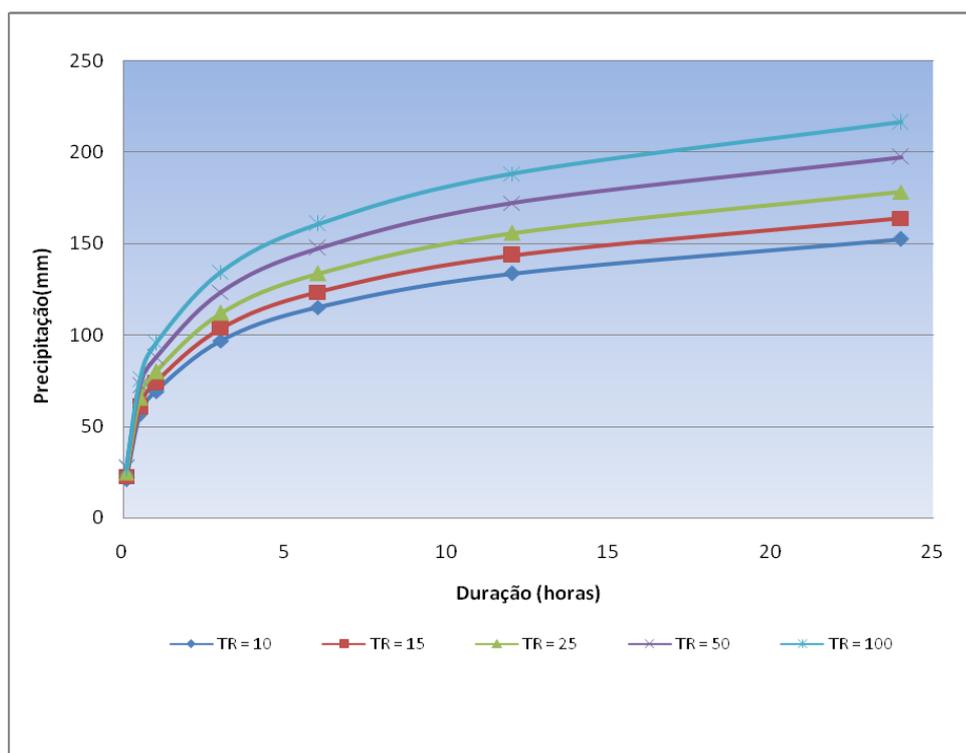


Figura 14 – Curvas Precipitação x Duração x Frequência

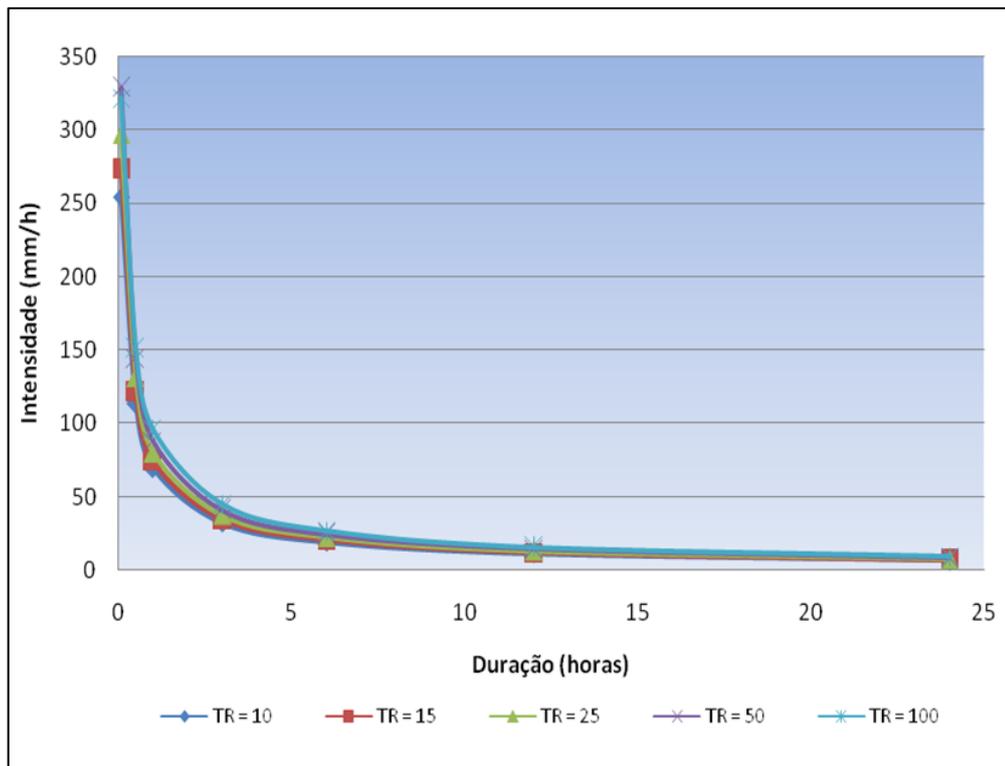


Figura 15 – Curvas Intensidade x Duração x Frequência

3.4.7 TEMPOS DE RECORRÊNCIA ADOTADOS NO PROJETO

Foram adotados, neste estudo, os seguintes tempos de recorrência:

- Obras de drenagem subterrânea: TR = 1 ano;
- Obras de drenagem superficial: TR = 10 anos;
- Obras de arte correntes:
TR = 15anos (tubulares) e 25 anos (celulares) funcionando como canal
TR = 25 anos (tubulares) e 50 anos (celulares) funcionando como orifício;
- Pontes: TR = 100 anos.

3.4.8 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para o cálculo do tempo de concentração, foi utilizada a formula de Kirpich Modificada proposta pelo Manual de Hidrologia do DNIT, reproduzida a seguir:

$$T_c = 1,42 (L^3/H)^{0.385}$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração, em hora;

L = Extensão do talvegue, em km; e

H = Diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros.

3.4.9 MÉTODO RACIONAL

A vazão máxima resultante do escoamento em uma bacia hidrográfica é definida pela expressão:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}$$

Onde:

- ✓ Q = vazão de contribuição, em m³/s;
- ✓ C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
- ✓ I = intensidade de chuva, em mm/h; e

A = área da superfície de contribuição, em km²

3.4.10 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

Considerou-se um coeficiente de distribuição “n” aplicado a formula do Método Racional exposta acima, que visa à correção da precipitação pontual para a precipitação uniformemente distribuída na área, dado pela expressão:

$$n = A^{-0,10}$$

Onde:

- ✓ A = área da bacia, em km².

Obtendo a fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A \times n}{3,6}$$

Onde:

- ✓ Q = vazão de contribuição, em m³/s;
- ✓ C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
- ✓ I = intensidade de chuva, em mm/h;
- ✓ n = coeficiente de distribuição; e
- ✓ A = área da superfície de contribuição, em km².

Tanto no Método Racional quanto no Método Racional Modificado foram adotados, para o coeficiente de deflúvio “C” considerado como representativo da parcela do volume precipitado que se transforma em escoamento superficial, os valores indicados no quadro a seguir, originalmente publicado pelo “Colorado Highway Department” e o “U.S Soil Conservation Service”, e recomendado pelo DNIT.

3.4.11 VALORES DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”

FIXAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO (C) PARA O MÉTODO RACIONAL, E DO COEFICIENTE DO COMPLEXO SOLO-VEGETAÇÃO (CN) PARA O MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT)							
QUADRO IX							
Condições de Superfície	Orografia	Plano		Ondulado		Montanhoso	
		C	CN	C	CN	C	CN
Terrenos estêreis e áreas urbanizadas	A	0,10	50	0,20	55	0,30	65
	B	0,20	55	0,30	60	0,40	70
	C	0,40	60	0,50	65	0,60	75
	D	0,60-0,80	70	0,60-0,90	75	0,60-1,00	80
Cerrados, pastagens e matas ralas	A	0,20	45	0,30	50	0,40	60
	B	0,25	50	0,35	55	0,45	65
	C	0,30	60	0,40	60	0,50	70
	D	0,40	65	0,50	70	0,60	75
Culturas e pastagens terraceadas	A	0,10	35	0,30	45	0,40	50
	B	0,20	40	0,35	50	0,45	55
	C	0,30	50	0,40	60	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70
Culturas terraceadas	A	0,10	30	0,20	40	0,30	50
	B	0,15	40	0,30	50	0,40	55
	C	0,20	50	0,40	55	0,50	60
	D	0,40	60	0,50	65	0,60	70

Onde:

A = Superfície muito permeável ("LOESS" em camadas espessas);
 B = Superfície permeável ("LOESS" em camadas rasas e areias);
 C = Superfície semi-permeável (solos siltosos e argilosos);
 D = Superfície pouco permeável (solos com argilas expansivas e pavimentos).

Figura 16 – Coeficientes de deflúvio – “C”
(fonte: “Colorado Highway Department” / “U.S Soil Conservation Service”)

3.4.12 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT)

O Método do Hidrograma Unitário Triangular – HUT consiste fundamentalmente na obtenção do ponto culminante da curva de descarga da bacia, para um determinado período de recorrência, a partir da acumulação geométrica dos diversos hidrogramas elementares, correspondentes à altura de chuvas acumuladas em diversas durações.

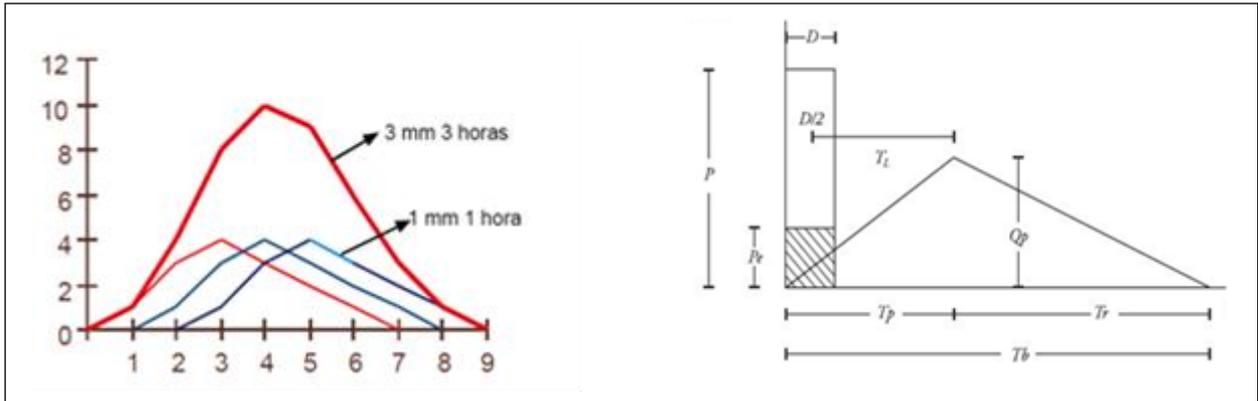


Figura 17 – Hidrograma Unitário Triangular

Cada hidrograma elementar representa o escoamento superficial de cada fração de chuva efetiva em “Du” horas de duração.

Em cada um desses hidrogramas, a ordenada máxima é dada pelas expressões:

$$\begin{aligned} Q_p &= R \times A / (1,8 \times T_b) \\ T_p &= Du/2 + 0,6 \times T_c \\ T_b &= T_p + T_r \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_r &= 1,67 \times T_p \\ T_b &= 8/3 \times T_p \\ Du &= T_c / 7,5 \end{aligned}$$

Sendo:

- ✓ Q_p = descarga de pico, em m^3/s ;
- ✓ A = área da bacia, em km^2 ;
- ✓ R = chuva efetiva, em mm ;
- ✓ T_p = tempo de pico, em hora;
- ✓ Du = duração da chuva unitária, em hora;
- ✓ T_c = tempo de concentração, em hora;
- ✓ T_r = tempo de recessão, em hora;
- ✓ T_b = tempo de base, em hora.

O deflúvio resultante das chuvas de cada duração unitária ou “pulso” são adicionados consecutivamente num processo denominado “convolução” com a finalidade de obter a vazão máxima.

A chuva efetiva “R” foi calculada em função da precipitação total “P”, na duração da chuva, através da expressão utilizada pelo “Soil Conservation Service - Department of Agriculture - USA” adaptada ao sistema métrico. A expressão adotada foi a seguinte:

$$R = \frac{(P - \frac{5080}{N} + 50,8)^2}{(P + \frac{20320}{N} - 203,2)}$$

Onde:

- ✓ R = precipitação, em mm;
- ✓ P = precipitação total, em mm;
- ✓ N = número representativo da curva do complexo solo-vegetação.

No quadro apresentado anteriormente para determinação do escoamento superficial “C” são apresentados conjuntamente os valores do número de deflúvio “CN” em relação complexo Solo-Vegetação e a orografia da região em estudo.

A influência da distribuição da chuva na área foi considerada, utilizando-se a relação chuva na área/chuva pontual, dada pela fórmula empírica abaixo, segundo a publicação “Práticas Hidrológicas”, do Eng^o Jaime Taborga Torrico.

$$\frac{P}{P_o} = 1 - W \log \frac{A}{A_o}$$

Onde:

- ✓ P = precipitação média sobre a bacia
- ✓ P_o = precipitação pontual no centro de gravidade da bacia;
- ✓ W = fator regional, tem função das relações chuva-área-tempo de duração (no Brasil: W=0,10).
- ✓ A = área da bacia, em km²;
- ✓ A_o = área base na qual P=P_o (A_o=25 km²);

A distribuição da chuva ao longo do tempo foi adotada de acordo com a utilizada pelo “Soil Conservation Service - USA”

4 PROJETOS

4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O projeto Geométrico foi desenvolvido a partir dos dados fornecidos pelos estudos topográficos, geotécnicos, hidrológicos, drenagem e nas condicionantes específicas definidas por técnicos em campo e escritório buscando-se dotar o trecho de características técnicas satisfatórias, compatíveis aos níveis técnico-econômicos esperados.

O desenvolvimento do projeto obedeceu as recomendações contidas na IS-208 do manual de diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, onde constam os elementos necessários à definição do trecho.

O traçado constante do projeto geométrico teve como diretriz a estrada existente. A situação da geometria atual se enquadra no parâmetro básico adotado para esta via sendo necessário mínimas adequações de algumas curvas e alinhamentos de tangente.

O projeto foi condicionado ainda pelo relevo plano da região, pelas diversas travessias urbanas e cursos d'água atravessados.

Na elaboração do projeto, procurou-se aproveitar ao máximo possível o leito da pista existente.

O trecho tem seu início no final do perímetro urbano do município de Baião, sentido Breu Branco, onde foi demarcada a estaca 0+0,00 e o seu final na estaca 1700+0,00 na altura do Km 34,00 do trecho em estudo.

4.1.1 VALORES BÁSICOS DE PROJETO

Com base nos elementos oriundos dos estudos topográficos e das visitas em campo, procedeu-se aos ensaios das alternativas para o lançamento do greide da rodovia, levando-se em consideração as características técnicas e o seu enquadramento como classe III de acordo com o Manual de Projeto Geométrico do DNIT, para região ondulada a plana.

O greide foi projetado em função da plataforma existente e refere-se às cotas finais de terraplenagem com o ponto de aplicação no eixo da pista.

Foram adotados os seguintes parâmetros básicos para o projeto:

Quadro 25 – Valores Básicos de Projetos

Valores básicos de Projeto	
Extensão da Rodovia	34,00 Km
Classe da Rodovia	III
Velocidade de Projeto	60 Km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	90 m
Raio mínimo de curvas horizontais	110,00 m
Rampa máxima longitudinal	6%
Superelevação máxima	6%

4.1.2 SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA

A plataforma de terraplenagem a ser implantada atenderá a uma rodovia pavimentada com 7,00m de pista (3.50m para cada sentido de tráfego) e acostamento com 1,50m nos dois lados conforme a seção tipo apresentado a seguir.

A plataforma terá inclinação para ambos os lados com 3% de declividade transversal.

As dimensões da seção transversal para a implantação dos serviços de construção e pavimentação foram assim definidas:

Quadro 26 – Dimensões da Rodovia em execução

Dimensões da Rodovia em execução	
Características Técnicas	Valores
Largura da pista de rolamento	7,00 m (2 x 3,50m)
Largura dos acostamentos	3,00 m (2 x 1,50m)
Largura da plataforma acabada	10,00 m
Largura da faixa de domínio	60,00 m
Abaulamento da plataforma	-3%
Inclinação do talude de corte	3:2 (V:H)
Inclinação do talude de aterro	2:3 (V:H)

4.1.3 PROJETO EM PLANTA

O traçado em planta teve como base os parâmetros de projeto definidos em função da classe da rodovia e da adequação do traçado as condições locais existentes em função das condições econômicas para a execução da rodovia.

O projeto em planta procurou proporcionar adequadas condições de conforto e segurança aos usuários, tendo sido elaborado a partir de uma análise prévia de sua compatibilização com o alinhamento vertical.

Essa adequada conjugação no traçado em planta além de se traduzir em maior segurança e conforto para os usuários, também procurou dar características a esta rodovia, que independente das restrições de sua classe técnica, reduzisse seus custos de manutenção e operação.

4.1.4 RESULTADOS OBTIDOS

O projeto em planta no formato A3 é apresentado no volume 02 – Projeto básico de execução e procurou proporcionar adequadas condições de conforto e segurança aos usuários, tendo sido elaborado a partir de uma análise prévia de sua compatibilização com o alinhamento vertical.

A seguir apresenta-se a seção tipo deste projeto geométrico.

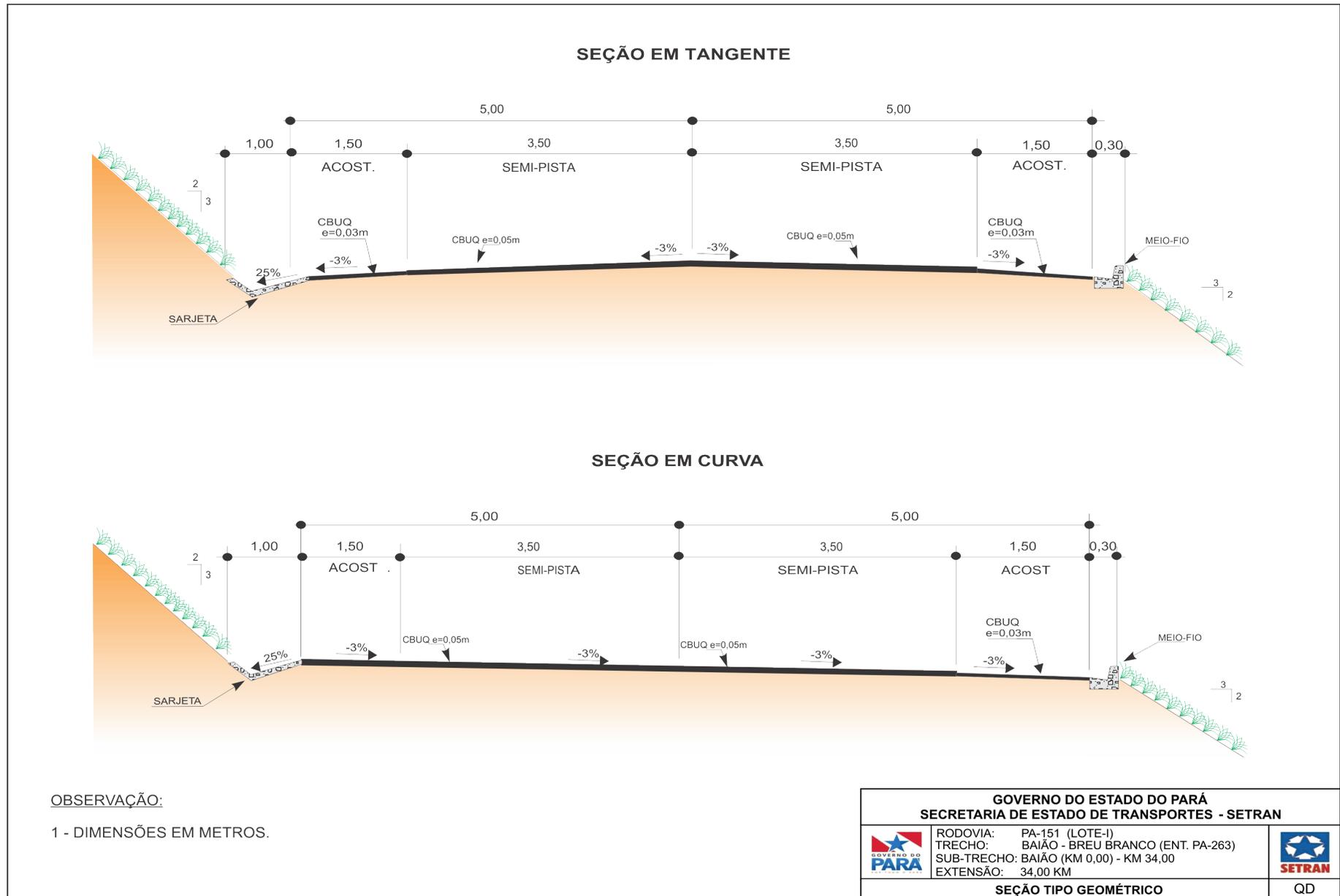


Figura 18 – Seção tipo do projeto geométrico

4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de Terraplenagem foi elaborado seguindo as recomendações contidas na IS-209 (Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem) do manual de diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários, subsidiado pelo projeto geométrico, estudos geotécnicos, necessidade de materiais para execução dos aterros e a verificação “in loco” da drenagem do terrapleno existente, na época de maiores precipitações pluviométricas.

4.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS

Os elementos básicos utilizados para a elaboração deste projeto foram obtidos do projeto geométrico e dos estudos geotécnicos. O projeto geométrico forneceu as informações que permitiram a determinação do volume de terraplenagem.

Os estudos geotécnicos forneceram os elementos referentes à qualidade dos materiais existentes no subleito / terreno natural, através de suas características físico-mecânicas obtidas nos ensaios de laboratório, isso permitiu um conhecimento sobre os solos que constituirão os corpos de aterros, assim como a definição dos locais de empréstimos.

4.2.2 DEFINIÇÕES BÁSICAS

Os elementos básicos empregados no projeto foram:

- ✓ Geometria do traçado em planta definido no projeto geométrico;
- ✓ Largura de plataforma (L) em função da espessura de pavimento (h):

$$\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{Corte: } L - 2h \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \updownarrow \\ \text{Aterro: } L + 3h \end{array}$$

- ✓ Inclinação da pista em tangente: 3%;
- ✓ Inclinação máxima em curva: 8%;

Geometria dos taludes ficou assim definida:

- ✓ Taludes de corte: inclinação: 3 (V) : 2 (H);
- ✓ Taludes de aterro: inclinação: 2 (V) : 3 (H).

4.2.3 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

Conforme estudos geotécnicos e condições geométricas da rodovia, a obra em si apresenta considerável movimentação de terras devido às particularidades de execução dos serviços de terraplenagem, pavimentação, drenagem, OAC e meio

ambiente para atender a uma plataforma acabada de 10,00m de largura que atualmente encontra-se em segmentos alternados de revestimento primário e leito natural e deverá ficar bem consolidada para receber as camadas de pavimentação.

No quadro de distribuição de terraplenagem apresenta-se a movimentação de terra com os resultados de origem e destino dos materiais escavados, conforme sua classificação, definindo o plano de execução de terraplenagem.

O grau de compactação a ser utilizado no corpo de aterro é de 100% do Próctor Normal.

Na distribuição dos materiais foi adotado o fator de compactação igual a 1,30 em solo (material de 1ª categoria).

4.2.4 CAMADA FINAL DE ATERRO E ACABAMENTO DA TERRAPLENAGEM

Todo o material destinado à camada final de aterro e acabamento da terraplenagem provém de escavações devidamente analisados que possuem características geotécnicas adequadas, isto se repete ao corpo de aterro.

Deverá ser procedida a compactação do acabamento de terraplenagem nos últimos 60 cm de aterro com energia de 100% do Próctor Normal dividida em camadas de, no máximo 20 cm.

As distancias de transporte foram calculadas com base na posição do centro de gravidade dos maciços tornando-se a distância real definida pelas condições geométricas do perfil.

Foram também observadas na distribuição as características geotécnicas dos solos a serem empregados nos aterros, tendo em vista o valor do ISC (Índice Suporte Califórnia) de projeto adotado no dimensionamento do pavimento e a expansão dos materiais.

4.2.5 RESULTADOS OBTIDOS

A seguir, apresenta-se a seção transversal-tipo de terraplenagem bem como as memórias resultantes do movimento de terras.

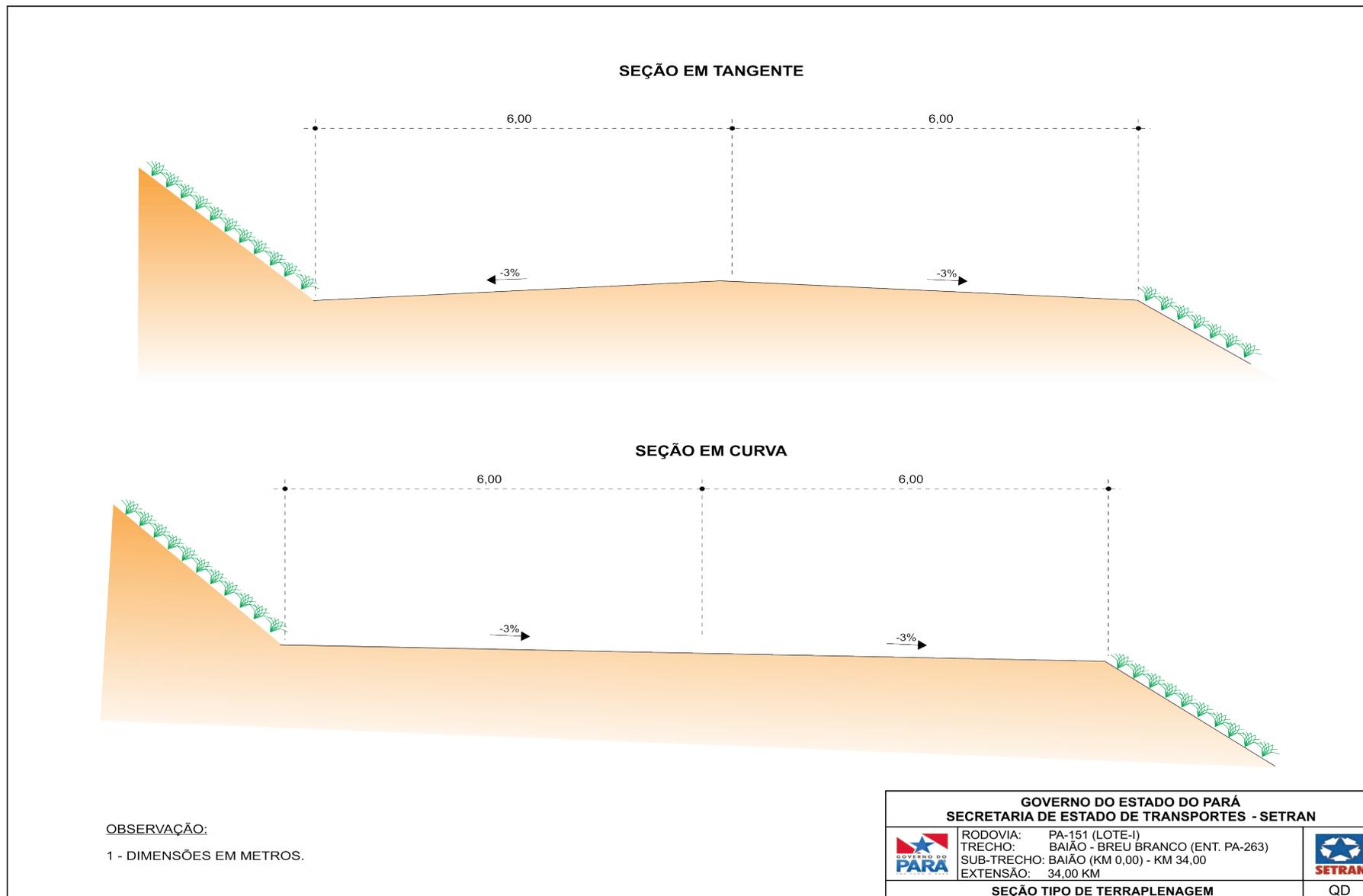


Figura 19 – Seção tipo do projeto de Terraplenagem

Quadro 27 – Resumo da terraplenagem

1. Desmatamento, Destocamento e Limpeza de Árvores de Diâmetro até 0,15 metros.									
<i>Faixa de construção</i>									679.400,00 m²
2. Roçada Manual									
<i>Faixa de construção</i>									0,65 ha
3. Destocamento de Árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 metros.									
<i>Faixa de construção</i>									2.718 und
4. Destocamento de Árvores com diâmetro maior de 0,30 metros.									
<i>Faixa de construção</i>									1.359 und
5. Origem do Material Escavado									
			CORTE				EMPRÉSTIMO		TOTAL
			44.148,000 m ³				149.727,750 m ³		193.875,750 m³
6. Destino do Material Escavado									
			ATERRO				BOTA-FORA		TOTAL
			193.875,750 m ³				0,000 m ³		193.875,750 m³
7. Distribuição do Material Escavado:									
Escavação Carga e Transporte Com DMT:				1ª Categoria	2ª Categoria	3ª Categoria			TOTAL
<i>Até 200m</i>				17.690,250 m ³	-	-			17.690,250 m ³
<i>De 201 a 400 m</i>	400 m			3.624,000 m ³	-	-			3.624,000 m ³
<i>De 401 a 600 m</i>	600 m			20.628,000 m ³	-	-			20.628,000 m ³
<i>De 801 a 1000 m</i>	1000 m			13.644,000 m ³	-	-			13.644,000 m ³
<i>De 1001 a 1200 m</i>	1200 m			25.860,000 m ³	-	-			25.860,000 m ³
<i>De 1201 a 1400 m</i>	1400 m			7.560,000 m ³	-	-			7.560,000 m ³
<i>De 1401 a 1600 m</i>	1600 m			13.656,000 m ³	-	-			13.656,000 m ³
<i>De 1601 a 1800 m</i>	1800 m			1.056,000 m ³	-	-			1.056,000 m ³
<i>De 1801 a 2000 m</i>	2000 m			8.160,000 m ³	-	-			8.160,000 m ³
<i>De 2001 a 2500 m</i>	2500 m			18.769,500 m ³	-	-			18.769,500 m ³
<i>De 2501 a 3000 m</i>	3000 m			45.912,000 m ³	-	-			45.912,000 m ³
<i>De 3001 a 5000 m</i>	5000 m			17.316,000 m ³	-	-			17.316,000 m ³
			TOTAL	193.875,750 m³	-	-			193.875,750 m³
8. Compactação de aterros:									
<i>PROCTOR 100% DO NORMAL</i>				149.135,192 m³					
9. Remoção de Material Inservível (Bota Fora) (DMT = 0km a 10km) - m3									
<i>Remoção de solo. (m³)</i>				3.542,400 m³					
10. Camada de drenagem para fundação de aterro com areia - m3									
<i>Camada drenante (m³)</i>				3.542,400 m³					
					GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN				
						RODOVIA: PA-151 (LOTE-I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM			
					RESUMO DE DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM				QD

Quadro 28 – Distribuição da terraplenagem

Corte (C) Alargamento (AC) Empréstimo (E)	PROCEDÊNCIA DO MATERIAL ESCAVADO				DESTINO DO MATERIAL ESCAVADO									
	LOCALIZAÇÃO ESTACA - ESTACA (LADO)	VOLUME - m³			ATERRO				BOTA - FORA					
		1ª CAT.	2ª CAT.	3ª CAT.	LOCALIZAÇÃO		VOLUME - m³		D. M. T. km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km	LOCALIZAÇÃO ESTACA - LADO	VOLUME m³	D M T km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km
					ESTACA - ESTACA	PARCIAL	ACUMULADO							
E1	155 + 0,0 - 160 + 0,0	10.584,000			0 + 0,0	105 + 0,0	10.584,000		2,10	22.226,400				
E1	155 + 0,0 - 160 + 0,0	1.548,000			105 + 0,0	115 + 0,0	1.548,000		0,95	1.470,600				
E1	155 + 0,0 - 160 + 0,0	6.192,000			115 + 0,0	155 + 0,0	6.192,000		0,45	2.786,400				
C1	155 + 0,0 - 160 + 0,0	1.056,000			160 + 0,0	165 + 0,0	1.056,000		0,10	105,600				
E1	155 + 0,0 - 160 + 0,0	23.184,000			170 + 0,0	400 + 0,0	23.184,000		2,55	59.119,200				
C2	165 + 0,0 - 170 + 0,0	1.548,000			400 + 0,0	410 + 0,0	1.548,000		4,75	7.353,000				
E2	595 + 0,0 - 600 + 0,0	3.024,000			410 + 0,0	440 + 0,0	3.024,000		3,45	10.432,800				
E2	595 + 0,0 - 600 + 0,0	5.040,000			440 + 0,0	490 + 0,0	5.040,000		2,65	13.356,000				
E2	595 + 0,0 - 600 + 0,0	7.560,000			490 + 0,0	565 + 0,0	7.560,000		1,40	10.584,000				
E2	595 + 0,0 - 600 + 0,0	9.900,000			565 + 0,0	575 + 0,0	9.900,000		0,55	5.445,000				
E2	595 + 0,0 - 600 + 0,0	11.088,000			600 + 0,0	710 + 0,0	11.088,000		1,15	12.751,200				
E3	725 + 0,0 - 735 + 0,0	9.900,000			715 + 0,0	725 + 0,0	9.900,000		0,20	1.980,000				
E3	725 + 0,0 - 735 + 0,0	1.512,000			740 + 0,0	755 + 0,0	1.512,000		0,35	529,200				
C3	710 + 0,0 - 715 + 0,0	3.000,000			765 + 0,0	770 + 0,0	3.000,000		1,10	3.300,000				
C4	755 + 0,0 - 765 + 0,0	12.600,000			775 + 0,0	900 + 0,0	12.600,000		1,55	19.530,000				
C5	770 + 0,0 - 775 + 0,0	5.040,000			900 + 0,0	950 + 0,0	5.040,000		3,05	15.372,000				
E3	725 + 0,0 - 735 + 0,0	1.008,000			970 + 0,0	980 + 0,0	1.008,000		4,90	4.939,200				
E4	1145 + 0,0 - 1150 + 0,0	5.544,000			980 + 0,0	1.035 + 0,0	5.544,000		2,80	15.523,200				
E4	1145 + 0,0 - 1150 + 0,0	2.137,500			1.035 + 0,0	1.040 + 0,0	2.137,500		2,20	4.702,500				
E4	1145 + 0,0 - 1150 + 0,0	9.072,000			1.045 + 0,0	1.135 + 0,0	9.072,000		1,15	10.432,800				
E5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	2.112,000			1.135 + 0,0	1.145 + 0,0	2.112,000		1,90	4.012,800				
E5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	7.056,000			1.150 + 0,0	1.220 + 0,0	7.056,000		1,00	7.056,000				
E5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	3.206,250			1.225 + 0,0	1.233 + 0,0	3.206,250		0,13	400,781				
E5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	4.536,000			1.240 + 0,0	1.285 + 0,0	4.536,000		0,55	2.494,800				
E5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	2.700,000			1.285 + 0,0	1.295 + 0,0	2.700,000		1,10	2.970,000				
C5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	6.048,000			1.300 + 0,0	1.360 + 0,0	6.048,000		1,90	11.491,200				
C5	1230 + 0,0 - 1240 + 0,0	1.056,000			1.360 + 0,0	1.365 + 0,0	1.056,000		2,55	2.692,800				
C6	1580 + 0,0 - 1585 + 0,0	3.528,000			1.365 + 0,0	1.400 + 0,0	3.528,000		4,00	14.112,000				
C7	1595 + 0,0 - 1600 + 0,0	3.168,000			1.400 + 0,0	1.415 + 0,0	3.168,000		3,80	12.038,400				
E6	1595 + 0,0 - 1605 + 0,0	11.088,000			1.415 + 0,0	1.525 + 0,0	11.088,000		2,60	28.828,800				
E6	1595 + 0,0 - 1605 + 0,0	1.056,000			1.525 + 0,0	1.530 + 0,0	1.056,000		1,45	1.531,200				
E6	1595 + 0,0 - 1605 + 0,0	5.040,000			1.530 + 0,0	1.580 + 0,0	5.040,000		0,90	4.536,000				
E6	1595 + 0,0 - 1605 + 0,0	2.112,000			1.585 + 0,0	1.595 + 0,0	2.112,000		0,20	422,400				
C8	1750 + 0,0 - 1755 + 0,0	6.048,000			1.600 + 0,0	1.660 + 0,0	6.048,000		2,45	14.817,600				
C8	1750 + 0,0 - 1755 + 0,0	1.056,000			1.660 + 0,0	1.665 + 0,0	1.056,000		1,80	1.900,800				
E7	1760 + 0,0 - 1605 + 0,0	3.528,000			1.665 + 0,0	1.700 + 0,0	3.528,000		0,18	617,400				
		193.875,750					193.875,750							

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE-I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263)
SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0
EXTENSÃO: 34,0 KM



DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM QD

4.3 PROJETO DE DRENAGEM E OBRAS-DE-ARTES CORRENTES

O Projeto de Drenagem Superficial e Obras de Arte Correntes foi elaborado com o objetivo de dotar o trecho de um sistema de drenagem eficiente com capacidade de suportar as precipitações pluviométricas incidentes na região.

O sistema de drenagem existente foi cadastrado e avaliado quanto a sua eficiência no local, procedendo-se, em escritório a verificação da adequação hidráulica e estrutural de cada dispositivo.

A necessidade da drenagem subterrânea foi definida sob vários aspectos:

1. "in loco", a partir das condições visuais e de observação do nível do lençol freático, caso exista;
2. Com base nos estudos das bacias de contribuição, e
3. Através das obras já existentes e das pesquisas com moradores da região.

4.3.1 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

O cadastro realizado em campo detectou que não existem dispositivos de drenagem superficial, os mesmos serão dimensionados para atender os locais que haverá necessidade em função dos serviços de construção da via com pavimentação da pista de rolamento e acostamentos para atender uma plataforma acabada com 10,0m de largura, sendo necessária a locação e implantação destes novos dispositivos.

Quanto à drenagem profunda ao longo do trecho, O sistema foi projetado prevendo implantação ao longo do empreendimento de bueiros tipo BSTC, BDTC e BTTC com diâmetros variando de Ø0,80m, Ø1,00m e Ø1,20m com suas respectivas alas.

Utilizando a metodologia do Manual de Drenagem de Rodovias elaborado pelo DNIT o qual compreendeu inicialmente a determinação da vazão de contribuição através do emprego do método racional, expresso pela seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,6}$$

Onde:

- ✓ Q = vazão de contribuição, em m³/s;
- ✓ C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

- ✓ I = intensidade de chuva, em mm/h; e
- ✓ A = área da superfície de contribuição, em km².

4.3.2 CRITÉRIOS ADOTADOS

Para o coeficiente de deflúvio “C”, considerado como representativo da parcela do volume precipitado que se transforma em escoamento superficial, foram adotados os valores indicados na tabela apresentada no quadro do Estudo Hidrológico;

Devido à área a ser drenada ter apresentado superfícies de diversas naturezas, adotou-se para o coeficiente de escoamento superficial a média ponderada dos valores do coeficiente “C”, considerando como pesos as áreas correspondentes.

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Onde:

- ✓ C = Coeficiente de escoamento médio;
- ✓ C₁, C₂, ..., C_n = Coeficientes de escoamento das áreas A₁, A₂, ..., A_n, respectivamente.

A intensidade de chuva “I” foi obtida para uma duração de 5 minutos e um período de recorrência de 10 anos;

As áreas de contribuição “A” foram definidas a partir das seções transversais tipo.

O Dimensionamento hidráulico utilizando a fórmula de Manning e a equação da continuidade, conforme mostrado a seguir:

- ✓ Equação da Continuidade: $Q_a = A \cdot V$
- ✓ Fórmula de Manning: $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

Onde:

- ✓ Q_a = Vazão admissível, em m³/s;
- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ V = Velocidade de escoamento, em m/s;
- ✓ n = Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional, função do tipo de revestimento adotado (ver tabela apresentada nos estudos hidrológicos);

- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ I = Declividade longitudinal de instalação do dispositivo de drenagem.

Verificação da capacidade hidráulica através da comparação entre a vazão de contribuição e a vazão admissível, levando em consideração a velocidade máxima admissível para o tipo de revestimento adotado.

O objetivo do dimensionamento baseou-se na definição do comprimento crítico de cada estrutura de drenagem, ou seja, o espaçamento máximo suportável por cada seção adotada em função da sua declividade longitudinal.

Considerando-se que a forma, dimensões e revestimento dos dispositivos a adotar foram pré-estabelecidos, o dimensionamento consistiu em se determinar seus comprimentos críticos.

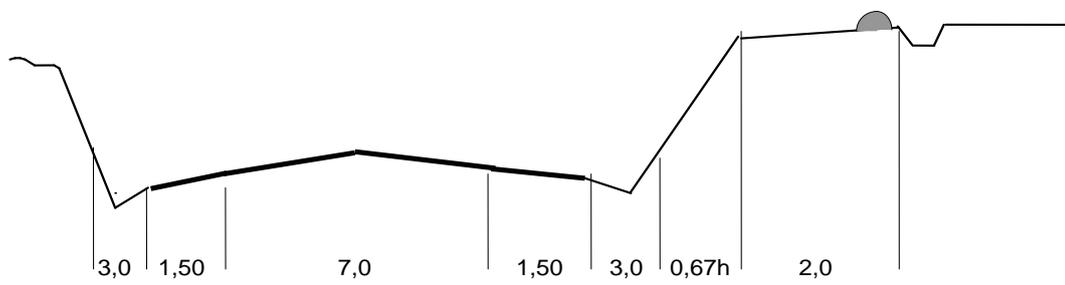
A seguir são apresentados os resultados obtidos para as sarjetas do tipo STC e banquetas tipo MFC.

É importante salientar que os demais dispositivos envolvidos no sistema, tais como: entradas, descidas, saídas d'água e drenos, não foram objetos de dimensionamento, uma vez que as vazões solicitantes não possuem magnitude que as justifiquem.

4.3.3 SARJETAS DE CORTE

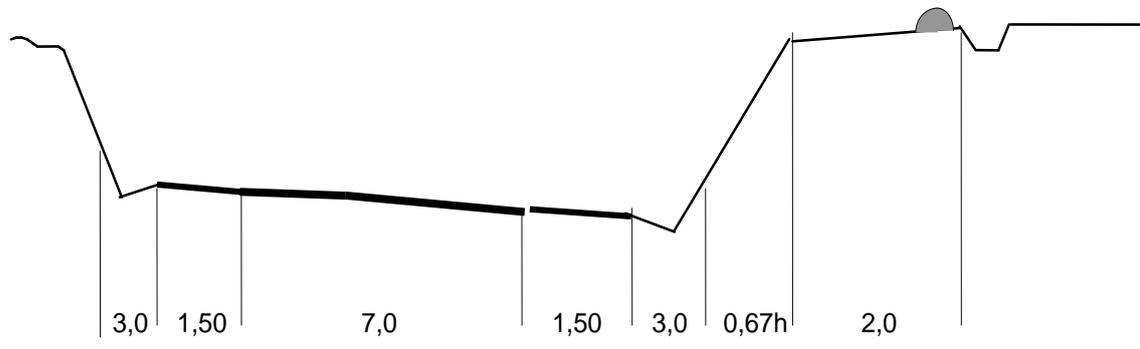
Para o cálculo das vazões solicitantes foi utilizado o método racional, exposto com detalhes anteriormente. A seção de contribuição considerada para a sarjeta, em função da altura do corte, foi à seguinte:

SEÇÃO EM TANGENTE



	Pista	Acost.	Alarg. Corte	Sarjeta	Talude de Corte	Distância da crista à valeta
Largura -L(m)	3,50	1,50	2,00	1,00	0,67 h	2,00
Coef. escoam.(C)	0,85	0,80	0,35	0,95	0,35	0,20

SEÇÃO EM CURVA

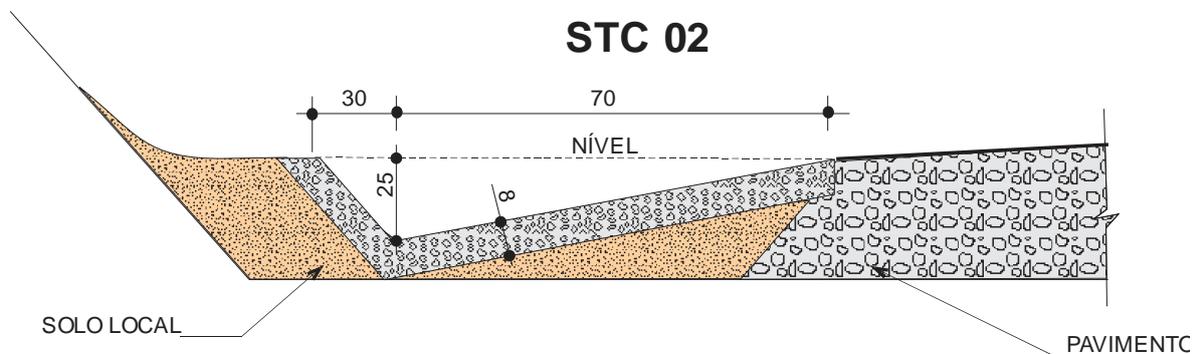


	Acost.	Pista	Acost.	Alarg. Corte	Sarjeta	Talude de Corte	distância da crista à valeta
Largura -L(m)	1,50	7,00	1,50	2,00	1,00	0,67 h	2,00
Coef. Escoam.(C)	0,80	0,85	0,80	0,35	0,95	0,35	0,20

Foi adotada sarjeta do tipo **STC-02** do DNIT apresentada a seguir:

SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO

(considerando folga de 5cm)



A verificação da capacidade de vazão foi procedida através da utilização da Fórmula de Manning associada à Equação da continuidade, mostrado anteriormente, ou seja:

Combinando-se as duas equações, chega-se à seguinte expressão, para o cálculo do comprimento crítico das sarjetas:

$$d = \frac{3,6 \times 10^6 A R^{2/3} i^{1/2}}{n l (L_1 C_1 + L_2 C_2)}$$

Onde:

✓ d = Comprimento máximo das sarjetas, em m;

- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ i = Declividade longitudinal do greide, em m/m;
- ✓ n = Coeficiente de Rugosidade do material da Sarjeta, adimensional (n = 0,015);

- ✓ I = Intens. de chuva para tc = 5 minutos e TR =10 anos, (I = 152,34 mm/h);
- ✓ L₁ = Largura da plataforma que contribui para a sarjeta (Ltang = 5,0m, Lcurva = 10,0m).
- ✓ C1 = Coeficiente de escoamento superficial médio da plataforma da rodovia, adimensional (C1=0,84);
- ✓ L2 = Largura da projeção horizontal equivalente do talude de corte, considerando um afastamento da valeta de crista de corte de 2,0m (L2=6,00 m).
- ✓ C2 = Coeficiente de escoamento superficial médio do talude de corte, considerando altura média de 3,0m, (adimensional C2=0,30).

Considerando-se os valores de A e R, para o tipo de sarjeta definida, obteve-se os comprimentos críticos em função da declividade longitudinal do greide.

As sarjetas de pé de corte deverão apresentar extensões compatíveis com a capacidade máxima delas.

A seguir apresenta-se memória e detalhamento deste dispositivo de drenagem superficial, tipo sarjeta de Concreto - STC-02.

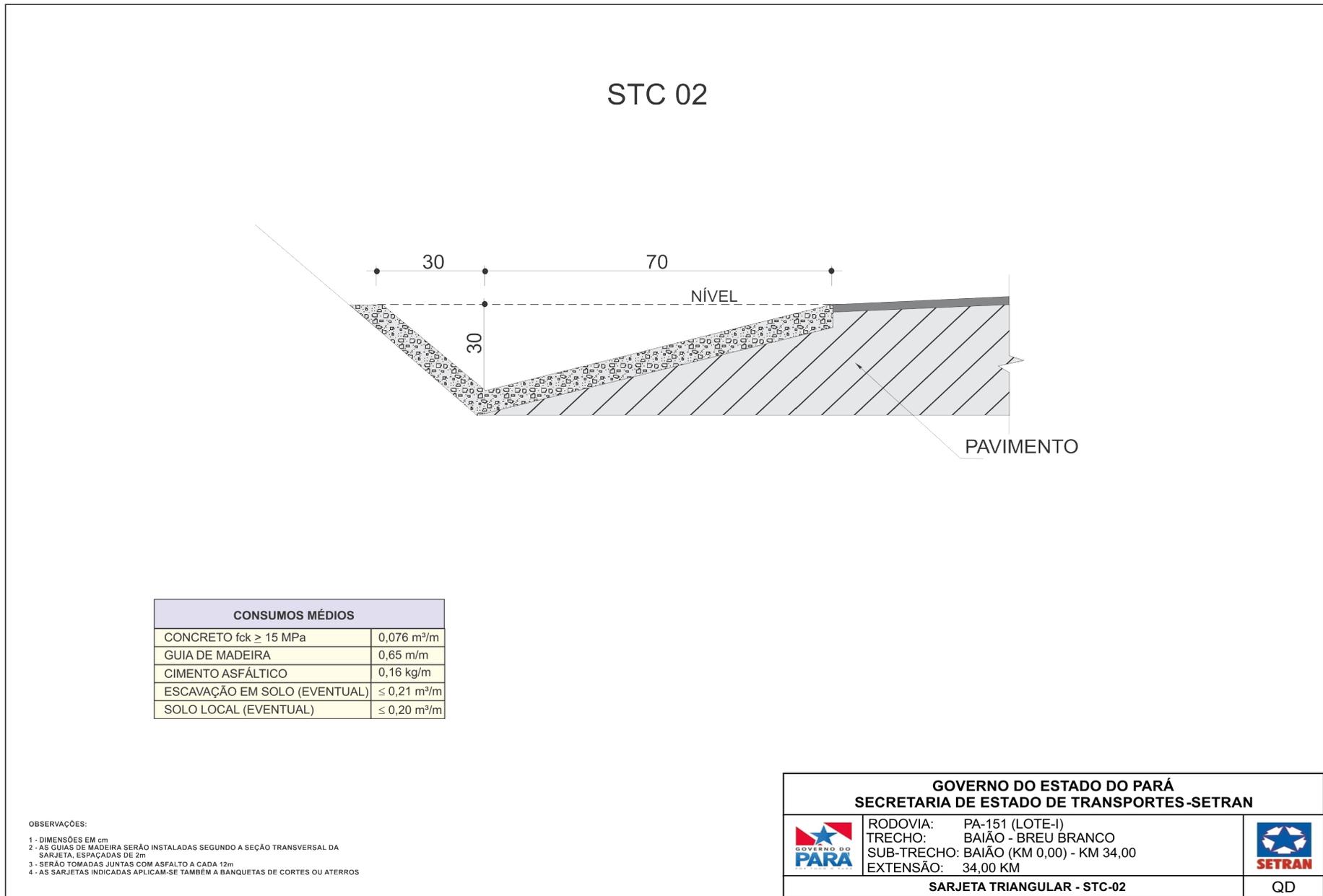


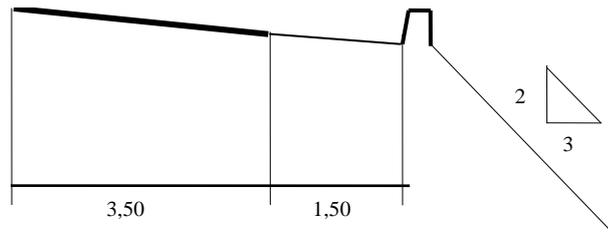
Figura 20 – Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02

4.3.4 MEIOS-FIOS OU BANQUETAS

Para o cálculo do espaçamento máximo entre descidas d'água nas banquetas, foi utilizado o método racional, exposto com detalhes anteriormente.

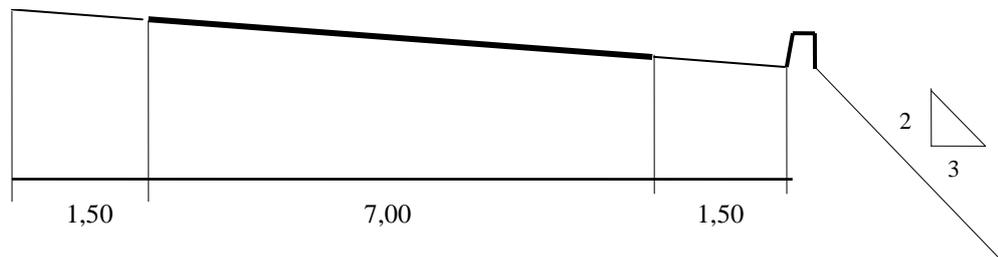
A seção de contribuição considerada para a banqueta foi à seguinte:

SEÇÃO EM TANGENTE



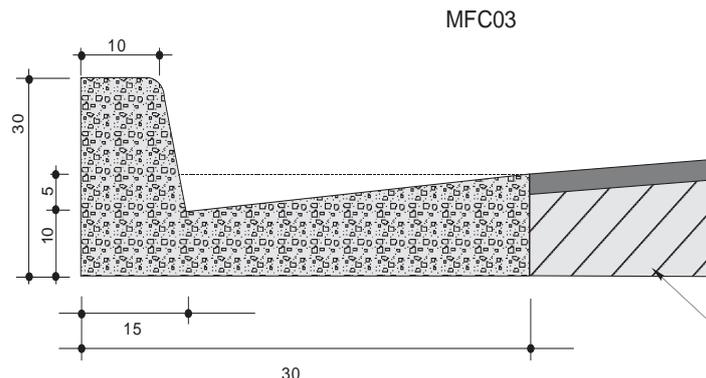
	Pista	Acost.
Largura -L(m)	3,50	0,80
Coef. escoam.(C)	0,85	0,80

SEÇÃO EM CURVA



	Acost	Pista	Acost.
Largura -L(m)	1,50	7,00	1,50
Coef. escoam.(C)	0,80	0,85	0,80

Adotou-se banqueta do tipo **MFC-03** do DNIT, apresentada a seguir, e um alagamento máximo de 1,00m no acostamento, para chuva com 10 anos de tempo de recorrência.



A expressão obtida para a distância máxima entre descidas d'água foi à seguinte:

$$d = \frac{3,6 \times 10^6 A R^{2/3} i^{1/2}}{n C I L}$$

- ✓ d = Distância entre descidas d'água, em m;
- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ i = Declividade longitudinal do greide, em m/m;
- ✓ n = Coeficiente de rugosidade, adimensional (n = 0,015);
- ✓ I = Intens. de chuva p/ tc = 5 minutos e TR =10 anos,(I = 152,34mm/h);
- ✓ L = Largura da plataforma que contribui para a banqueteta (Ltang = 5,0m, Lcurva = 10,0m).

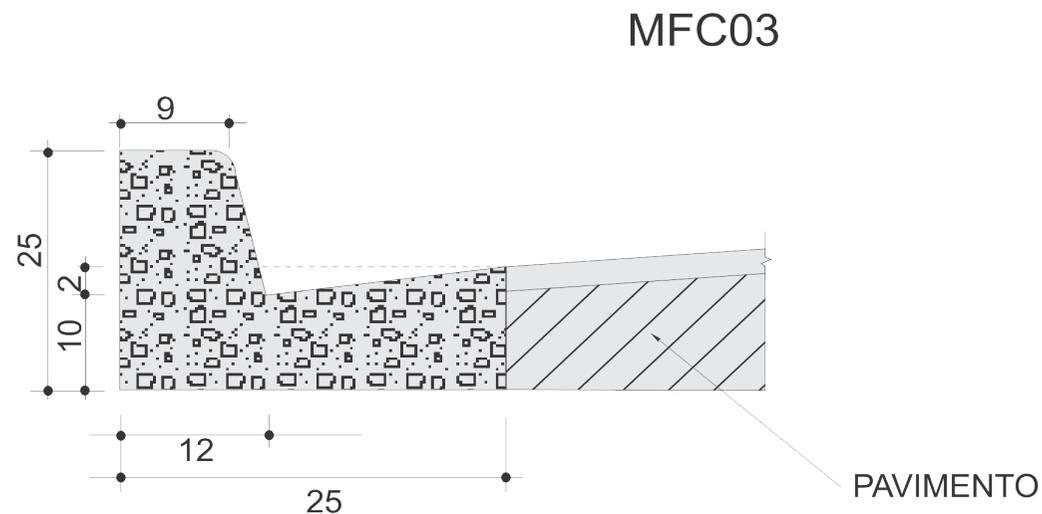
Segue cálculo dos comprimentos críticos aplicáveis à largura da pista de projeto e chuva local, calculados para os dispositivos STC-02 (informado anteriormente) e MFC-03, para identificação do espaçamento das saídas em dependência da declividade de projeto.:

Quadro 33 – Comprimento Crítico das banquetas

Declividade da pista	Comprimento crítico MFC-03 (m)	
	curva	tangente
1,00%	9,0	18,1
2,00%	12,8	25,6
3,00%	15,7	31,3
4,00%	18,1	36,2
5,00%	20,2	40,4
6,00%	22,1	44,3
7,00%	23,9	47,8
8,00%	25,6	51,1
9,00%	27,1	54,2
10,00%	28,6	57,2

Nota: Conforme observado in loco a carga hidráulica para os dispositivos de drenagem superficial tipo entradas, descidas e saídas d'água não possuem tamanha grandea que justifiquem seu dimensionamento.

A Seguir apresentam-se as memórias dos dispositivos de drenagem superficial bem como seus detalhamentos.



CONSUMO MÉDIO	
ESCAVAÇÃO	≤ 0,05 m ³ /m
CONCRETO $f_{ck} \geq 15\text{MPa}$	0,058 m ³ /m
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,56 m ² /m

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km
	
MEIO - FIO DE CONCRETO (MFC-03)	QD

Figura 21 – Meio fio de concreto – MFC-03

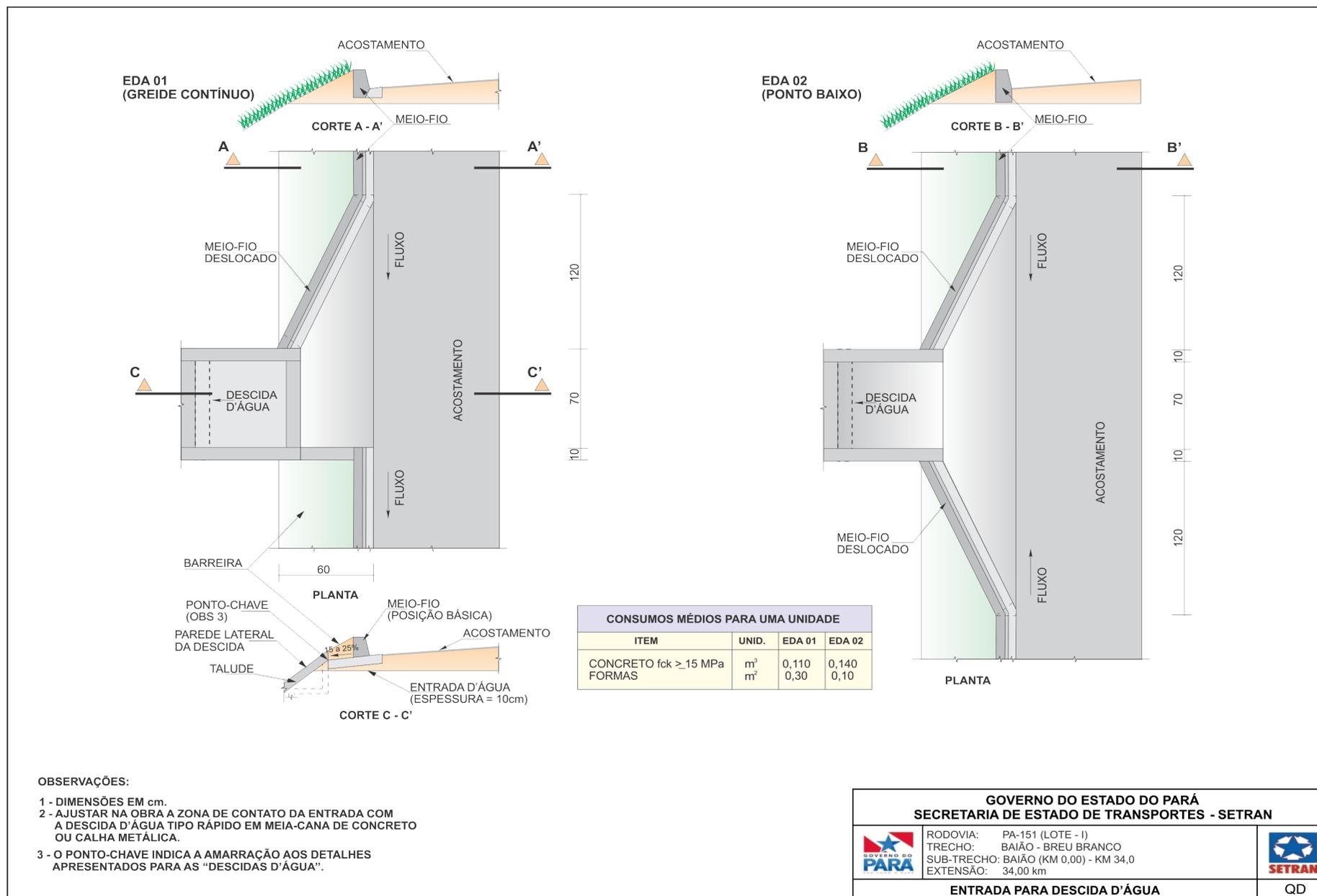


Figura 22 – Entrada para descida d'água

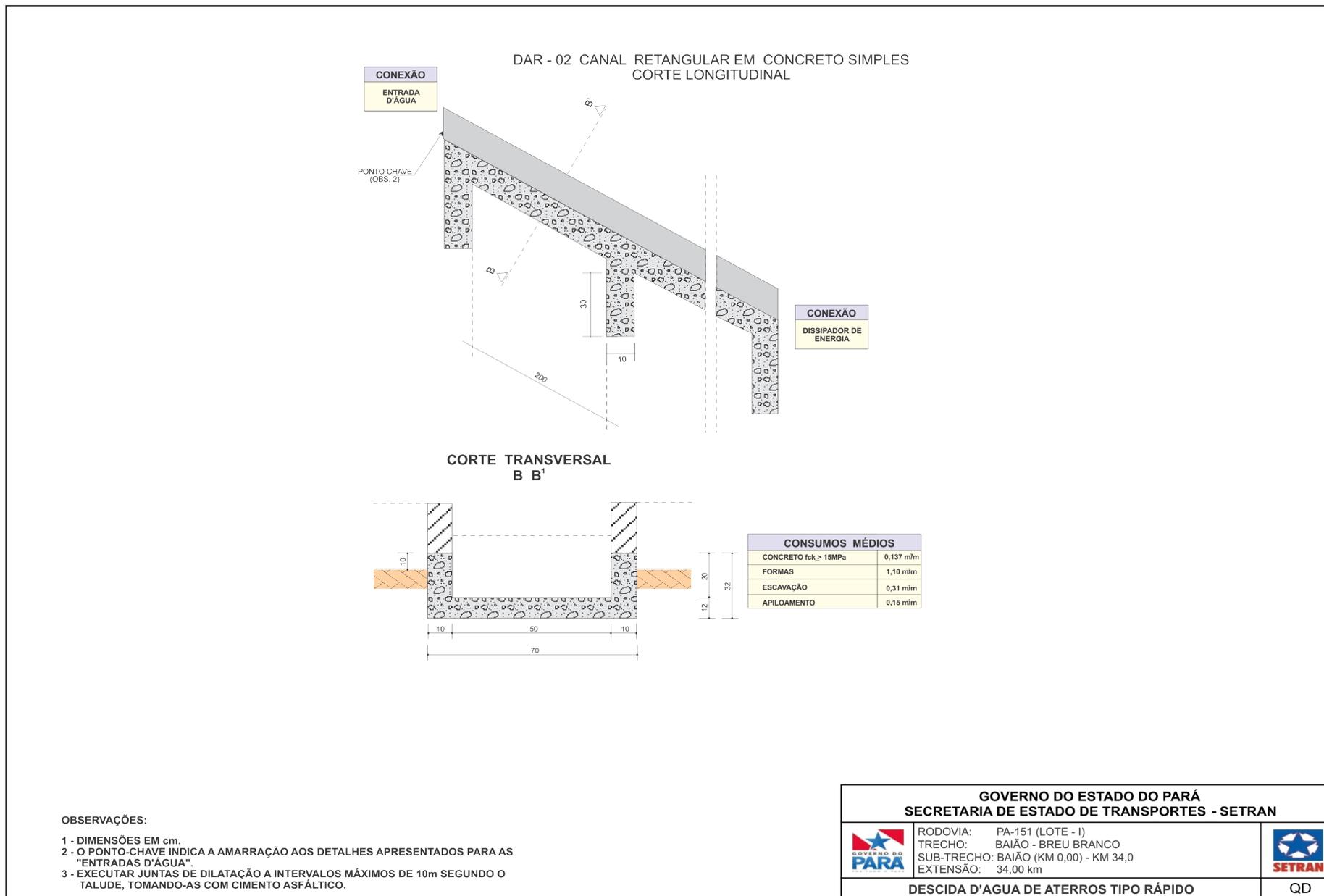


Figura 23 – Descida d’água de aterro tipo rápido

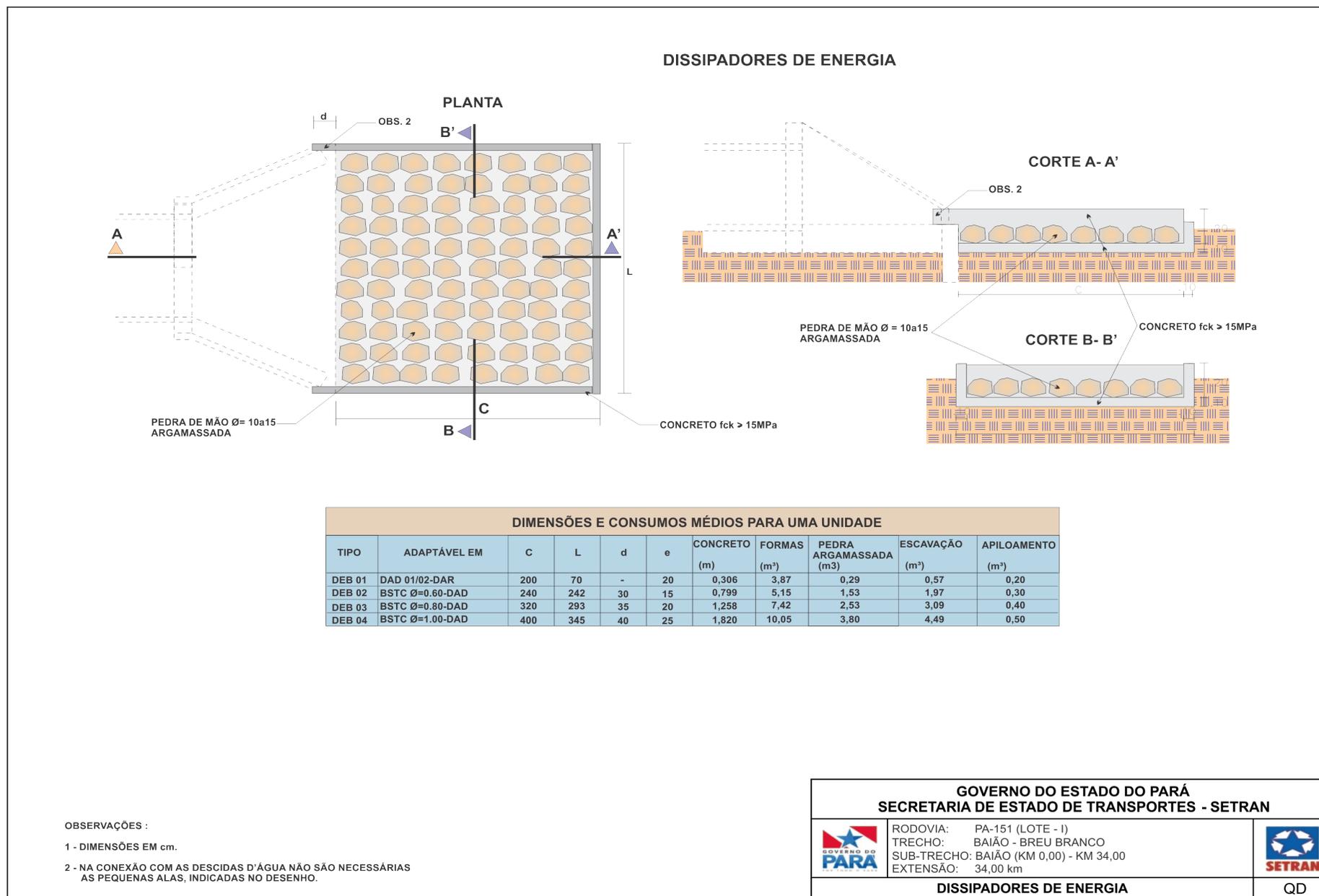
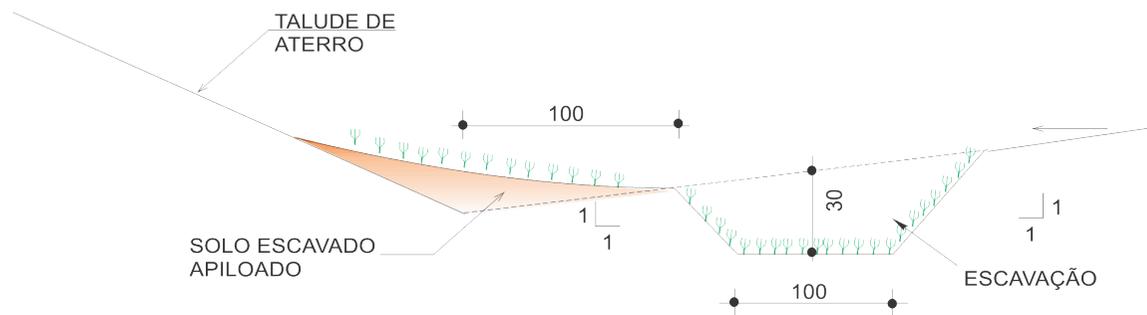


Figura 24 – Dissipadores de energia

VPA 01



CONSUMO MÉDIO

ESCAVAÇÃO	0,39 m³/m
APILOAMENTO MANUAL	0,30 m³/m
GRAMA	3,50m²/m

1 - DIMENSÕES EM cm.

2 - AS GUIAS DE MADEIRA DAS VALETAS REVESTIDAS EM CONCRETO SERÃO INSTALADAS SEGUNDO A SEÇÃO TRANSVERSAL, ESPAÇADA DE 3m.

3 - NAS VALETAS DE CONCRETO SERÃO ASSENTADAS JUNTAS COM ARGAMASSA ASFÁLTICA A CADA 12 m.

4 - PARA VALETAS NÃO REVESTIDAS DESCONSIDERAR OS CONSUMOS DE GRAMA INDICADOS. ADOTANDO A SEGUINTE CODIFICAÇÃO VPA 01 - VPA 05 e VPA 02 - VPA 06.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



RODOVIA: PA- 151 (LOTE - I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 km

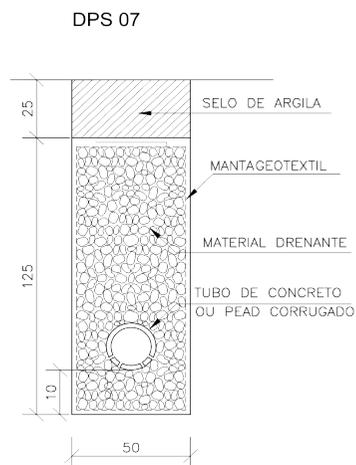


VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPA 01

QD

Figura 25 – Valeta de proteção de aterro – VPA-01

DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS PARA CORTES EM SOLO



DISCRIMINAÇÃO	UND	CONSUMOS MÉDIOS							
		DPS 01	DPS 02	DPS 03	DPS 04	DPS 05	DPS 06	DPS 07	DPS 08
ESCAVAÇÃO CLASSIFICADA	m ³ /m	0,75	0,75	0,90	0,90	0,75	0,75	0,75	0,75
MATERIAL FILTRANTE	m ³ /m	0,59	0,69	0,59	0,71	–	–	–	–
MATERIAL DRENANTE	m ³ /m	–	–	–	–	0,62	0,75	0,56	0,69
MATERIAL DE PROTEÇÃO	m ³ /m	–	–	0,13	0,13	–	–	–	–
SELO DE ARGILA	m ³ /m	0,10	–	0,12	–	0,13	–	0,13	–
TUBO DE PVC PERFORADO $\phi=15\text{cm}$	m / m	1,00	1,00	–	–	–	–	–	–
TUBO DE CONCRETO OU PEAD CORRUGADO	m / m	–	–	1,00	1,00	–	–	1,00	1,00
MANTA GEOTEXTIL	m ² /m	–	–	–	–	3,70	4,30	3,70	4,30
FORMA DE MADEIRA	m ² /m	–	–	0,88	0,88	–	–	–	–

NOTAS:

- Dimensões em cm;
- O projetista definirá a granulometria dos materiais granulares a utilizar e a posição do dreno em seção transversal;
- De acordo com a disponibilidade local o filtro pode ser de areia ou manta geotextil.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE-I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 KM



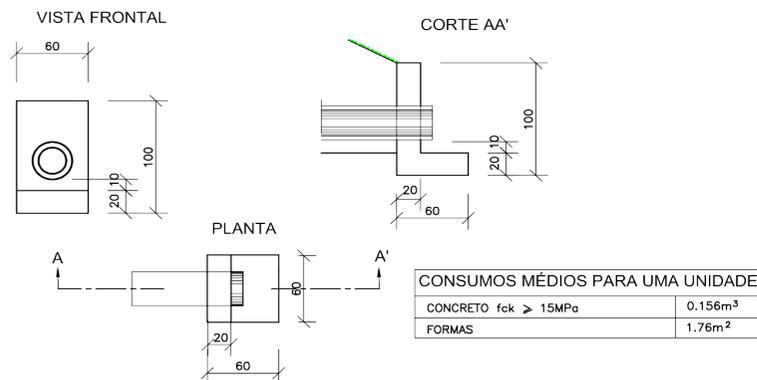
DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS PARA CORTES EM SOLO (DPS 07)

QD

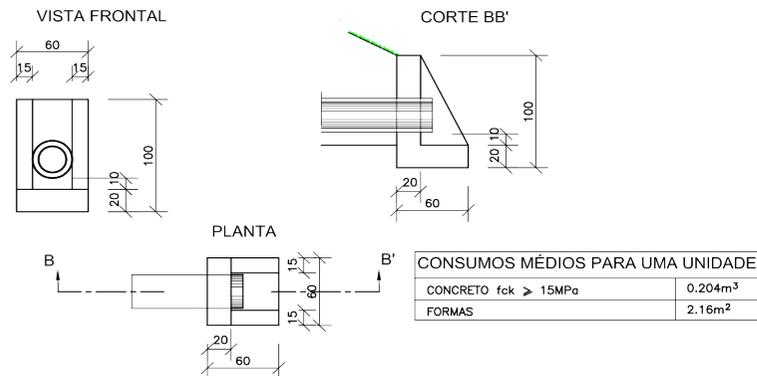
Figura 26 – Dreno Longitudinal – DPS-07

DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS-DETALHES COMPLEMENTARES

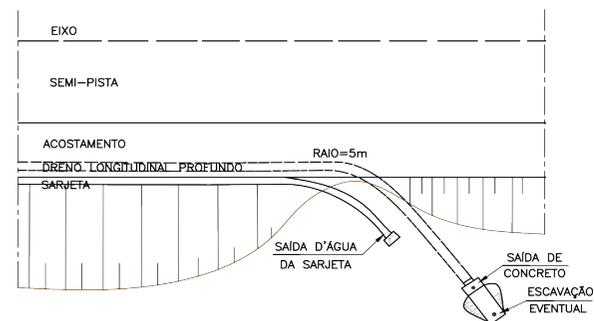
BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 01



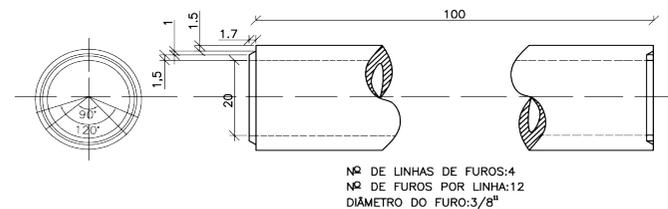
BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 02



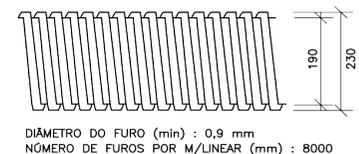
DISPOSIÇÃO EM PLANTA DAS SAÍDAS DOS DRENOS PROFUNDOS



DETALHES DOS TUBOS DE CONCRETO PERFURADOS



DETALHES DE TUBO DRENO CORRUGADO PEAD



NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm;
- 2 - Os drenos poderão ser executados com tubos de concreto porosos ou perfurados com o diâmetro indicado para o influxo calculado ou com tubos dreno corrugados PEAD
- 3 - Eventuais escavações necessárias à instalação das bocas e melhorias nas saídas dos drenos serão computadas à parte;
- 4 - De acordo com o projeto poderão ser adotados tubos com diâmetros maiores.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE-I)
 TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
 SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
 EXTENSÃO: 34,00 KM



DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS - DETALHES COMPLEMENTARES

QD

Figura 27 – Dreno Longitudinal – Detalhamentos – DPS-07

4.3.5 OBRAS DE ARTE CORRENTES

A região em que se localiza o empreendimento esta sujeita a inundações durante o período chuvoso do ano, conhecido como inverno amazônico.

Para solucionar o problema na rodovia de transposição das águas provenientes destas chuvas, foi indicada a elevação do greide existente em alguns pontos ao longo de toda a sua extensão e também está sendo indicada a substituição e implantação de novas obras de artes.

O critério adotado neste projeto foi o de distribuir os novos bueiros em função da plataforma de pavimentação.

O cadastro realizado “in loco” verificou a existência de 6 (seis) obras de arte corrente do tipo BSTC e BTTC com diâmetros variando entre Ø 0,80m e Ø 1,00m, sendo que em todas haverá necessidade de substituição devido condições inadequadas de conservação e também para melhoria da vazão.

Através do levantamento técnico “in loco” e dos estudos hidrológicos, está sendo indicada a implantação de 07 (sete) novas obras de arte corrente.

4.3.6 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS COMO CANAL

Hidraulicamente, as obras estão sendo dimensionadas como canal, para um tempo de recorrência de 15 anos, a fim de evitar que elas trabalhem com carga a montante, o que pode ocasionar danos ao corpo estradal ou possibilidade de ocorrência de inundações na região.

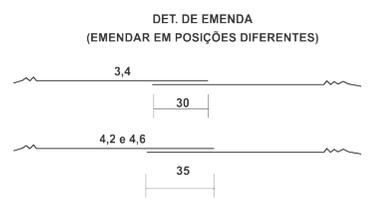
Desta forma, a metodologia adotada baseou-se na teoria do escoamento crítico, na qual a energia específica mínima é tomada como sendo igual à altura do bueiro. Entre os regimes de fluxos possíveis de ocorrer (crítico, rápido e subcrítico), optou-se pela adoção do fluxo crítico.

A verificação da capacidade foi realizada considerando-se que a obra deverá trabalhar como canal para o período de recorrência de 15 anos e verificada em seguida para a mesma obra funcionando como orifício para $Tr = 25$ com uma carga hidráulica de 1,00 acima da boca de montante nos casos onde o aterro permitiu.

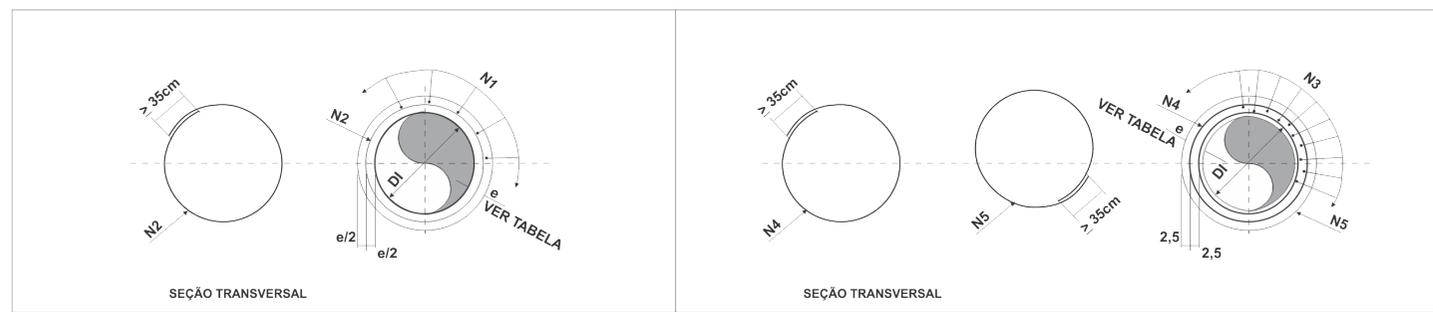
O quadro a seguir detalha com maior clareza a localização por estaca, tipo, diâmetro, situação e intervenção necessária para estes dispositivos de drenagem profunda com as devidas escavações e reaterros e quantidades de corpo de bueiro com suas respectivas alas, bem como o detalhamento destes dispositivos.

TABELAS DE ARMADURAS (POR METRO DE TUBO)																											
TUBOS TIPO CA-1 (ABNT)					TUBOS TIPO CA-2 (ABNT)					TUBOS TIPO CA-3 (ABNT)					TUBOS TIPO CA-3 (ABNT)												
FORMAS		ARMADURAS (CA-60B)			FORMAS		ARMADURAS (CA-60B)			FORMAS		ARMADURAS (CA-60B)			FORMAS		ARMADURAS (CA-60B)										
DI(cm)	e (cm)	N	Ø	ESP.	Q.	COMP.	DI(cm)	e (cm)	N	Ø	ESP.	Q.	COMP.	DI(cm)	e (cm)	N	Ø	ESP.	Q.	COMP.							
60	8	1	3,4	15	14	Corr.	60	8	1	3,4	15	14	Corr.	60	8	3	3,4	15	29	Corr.	60	8	3	3,4	15	29	Corr.
		2	4,6	10	10	240			2	5,0	9	11	240			4	5,0	10	10	260			4	6,0	10	10	260
80	10	1	3,4	15	18	Corr.	80	10	1	4,2	20	14	Corr.	80	10	3	4,2	20	28	Corr.	80	10	3	4,2	20	28	Corr.
		2	5,0	10	10	315			2	6,0	9	11	315			4	6,0	10	10	335			4	7,0	11	9	335
100	12	3	3,4	15	46	Corr.	100	12	3	4,2	20	35	Corr.	100	12	3	4,2	20	35	Corr.	100	12	3	4,6	20	35	Corr.
		4	4,6	10	10	405			4	6,0	12	8	405			4	6,0	9	11	405			4	7,0	9	11	405
120	13	3	3,4	15	56	Corr.	120	13	3	4,2	20	42	Corr.	120	13	3	4,6	20	42	Corr.	120	13	3	4,6	20	42	Corr.
		4	5,0	10	10	475			4	6,0	9	11	475			4	7,0	9	11	475			4	8,0	9	11	475
150	14	3	4,2	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.
		4	6,0	10	10	580			4	7,0	9	11	580			4	8,0	8	12	580			4	8,0	6	16	580

f_{ck} ≥ 15 MPa
 AÇO CA - 60 B

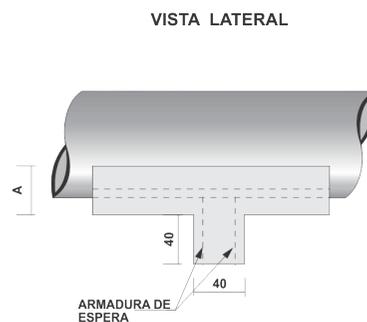
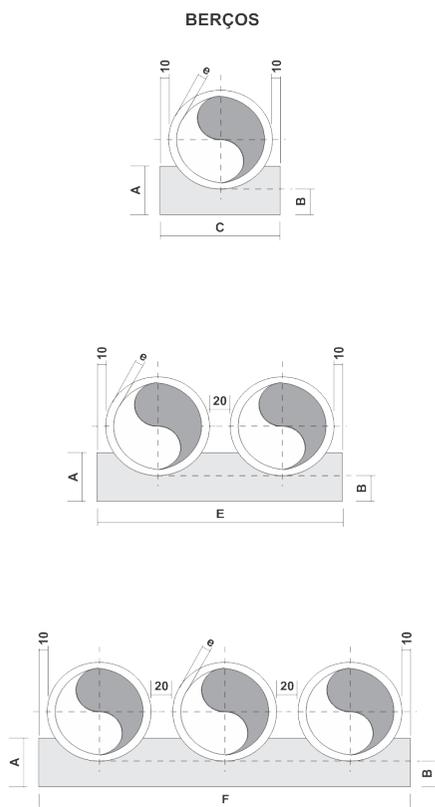


CA-1 (ALTURA DE ATERRO) 1,0 à ≤ 3,5m						CA-2 (ALTURA DE ATERRO) ≤ 5,0m						CA-3 (ALTURA DE ATERRO) ≤ 7,0m						CA-4 (ALTURA DE ATERRO) ≤ 8,5m											
RESUMO DE AÇO						RESUMO DE AÇO						RESUMO DE AÇO						RESUMO DE AÇO											
BITOLA	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	BITOLA	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	BITOLA	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	BITOLA	Ø	kg/m	PESO (kg)				
3,4	0,071	1	1	4	4	3,4	0,071	1	-	-	-	-	-	3,4	0,071	2	-	-	-	-	-	3,4	0,071	2	-	-	-	-	-
4,2	0,109	-	-	-	6	4,2	0,109	-	2	4	5	-	-	4,2	0,109	-	3	4	-	-	-	4,2	0,109	-	3	-	-	-	-
4,6	0,130	3	-	10	-	4,6	0,130	-	-	-	-	7	4,6	0,130	-	-	-	6	7	-	-	4,6	0,130	-	-	5	6	7	
5,0	0,154	-	5	-	14	-	5,0	0,154	4	-	-	-	5,0	0,154	8	-	-	-	-	-	6,0	0,222	11	-	-	-	-	-	
6,0	0,222	-	-	-	24	6,0	0,222	-	8	14	22	-	6,0	0,222	-	14	19	-	-	-	7,0	0,302	-	-	17	26	-	-	
					7,0	0,302	-	-	-	-	37	7,0	0,302	-	-	30	-	-	30	-	-	8,0	0,393	-	-	39	69	69	
TOTAIS			4	6	14	18	30	TOTAIS	5	10	18	27	44	TOTAIS	10	17	23	36	59	TOTAIS	13	20	31	45	76				



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km
SEÇÃO TRANSVERSAL DE BUEIRO	
QD	

Figura 28 – Seção transversal de bueiro



VISTA LATERAL

QUADROS DE DIMENSÕES (cm)						
DIÂMETRO	A	B	C	E	F	e
60	34	15	96	-	-	8
80	45	20	120	-	-	10
100	56	25	144	288	432	12
120	67	30	166	332	498	13
150	83	38	198	396	594	14

DIÂMETRO (cm)	QUANTIDADES UNITÁRIAS DOS DENTES					
	SIMPLES		DUPLO		TRIPLO	
	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)	CONCRETO (m³)	ARMADURA (kg)
60	0,154	1,008	-	-	-	-
80	0,192	1,386	-	-	-	-
100	0,230	1,512	0,461	3,024	0,691	3,780
120	0,266	1,638	0,531	3,276	0,797	4,914
150	0,317	2,759	0,634	4,599	0,950	6,439

DIÂMETRO (cm)	QUANTIDADES POR METRO LINEAR DE BERÇO					
	SIMPLES		DUPLO		TRIPLO	
	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)	CONCRETO (m³)	FORMA (m²)
60	0,238	0,68	-	-	-	-
80	0,386	0,90	-	-	-	-
100	0,570	1,12	1,141	1,12	1,711	1,12
120	0,785	1,34	1,570	1,34	2,355	1,34
150	1,157	1,66	2,314	1,66	3,471	1,66

OBSERVAÇÕES:

- 1 - OS DENTES DEVERÃO SER CONSTRUÍDOS EM TODOS OS BUEIROS CUJA DECLIVIDADE DE INSTALAÇÃO FOR SUPERIOR A 5% E SER ESPAÇADOS DE CINCO EM CINCO METROS NA PROJEÇÃO HORIZONTAL
- 2 - TODOS OS BUEIROS SERÃO EXECUTADOS COM BERÇOS
- 3 - NOS DENTES SERÃO COLOCADAS ARMADURAS DE ESPERA: 2ø 10mm A CADA 100 COM COMPRIMENTO DE B+35
- 4 - UTILIZAR NOS BERÇOS CONCRETO CICLÓPICO fck ≥ 15 MPa
- 5 - DIMENSÕES EM cm

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



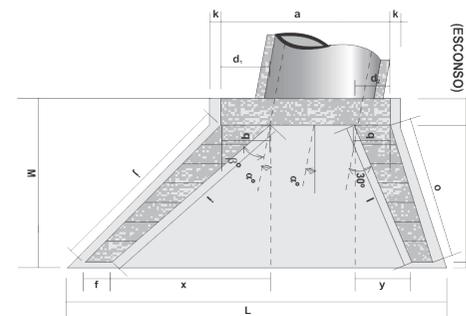
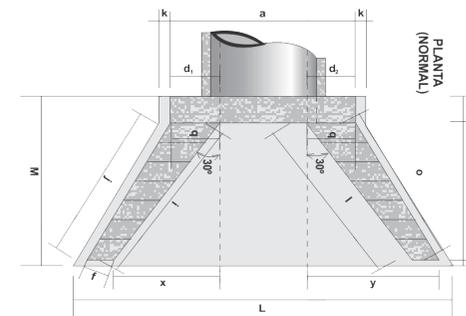
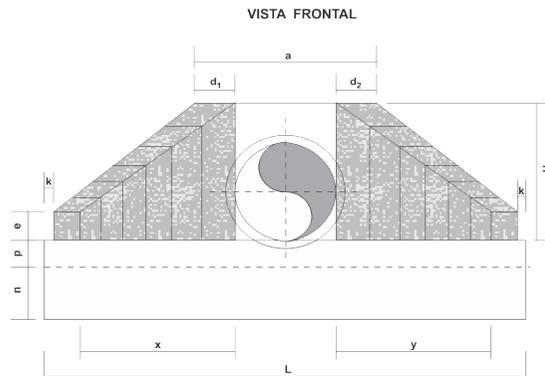
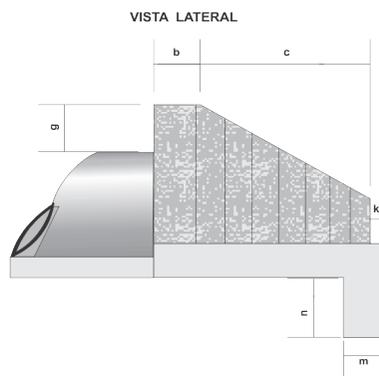
RODOVIA: PA-151 (LOTE - I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 km



BERÇOS E DENTES PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO

QD

Figura 29 – Berços e dentes para assentamento de bueiros



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE																											
ESC	α°	β°	a	b	c	d ₁	d ₂	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	x	y	L	M	FORMAS (m ²)	CONCRETO (m ³)	
BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø= 60																											
0	30	106	20	125	23	23	15	10	30	98	144	133	10	144	20	30	133	23	20	72	72	242	155	7,45	1,153		
20	25	130	20	125	35	26	15	10	30	98	218	190	10	125	20	30	125	23	20	179	0	283	155	8,71	1,370		
50	20	168	20	125	47	36	15	10	30	98	296	253	10	129	20	30	135	23	20	268	-33	353	155	10,68	1,722		
BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø= 80																											
0	30	138	25	145	29	29	20	15	30	120	167	153	10	167	25	35	153	30	25	84	84	293	180	11,17	2,140		
10	30	144	25	145	35	26	20	15	30	120	205	180	10	150	25	35	144	30	25	145	39	312	180	11,73	2,262		
20	25	167	25	145	44	31	20	15	30	120	253	218	10	145	25	35	145	30	25	207	0	343	180	13,03	2,538		
35	20	216	25	145	59	44	20	15	30	120	343	290	10	150	25	35	157	30	25	311	-39	426	180	15,97	3,188		
BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø= 100																											
0	30	170	30	165	35	35	25	20	30	142	191	174	10	191	30	40	174	37	30	95	95	345	205	15,68	3,567		
10	30	177	30	165	42	31	25	20	30	142	233	203	10	171	30	40	163	37	30	165	44	366	205	16,41	3,757		
20	25	203	30	165	52	36	25	20	30	142	288	245	10	165	30	40	165	37	30	236	0	403	205	18,19	4,205		
45	20	264	30	165	71	52	25	20	30	142	390	326	10	171	30	40	179	37	30	354	-44	499	205	22,30	5,293		

OBSERVAÇÕES:

- 1 - DIMENSÕES EM cm
- 2 - UTILIZAR CONCRETO CICLÓPICO $f_{ck} > 15$ MPa
- 3 - UTILIZAR PREFERENCIALMENTE BOCAS NORMAIS PARA BUEIROS ESCONÇOS AJUSTANDO O TALUDE DE ATERRO ÀS ALAS E/OU PROLONGANDO O CORPO DE BUEIRO

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE - I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 km



BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO - BSTC

QD

Figura 30 – BSTC bocas normais e esconços

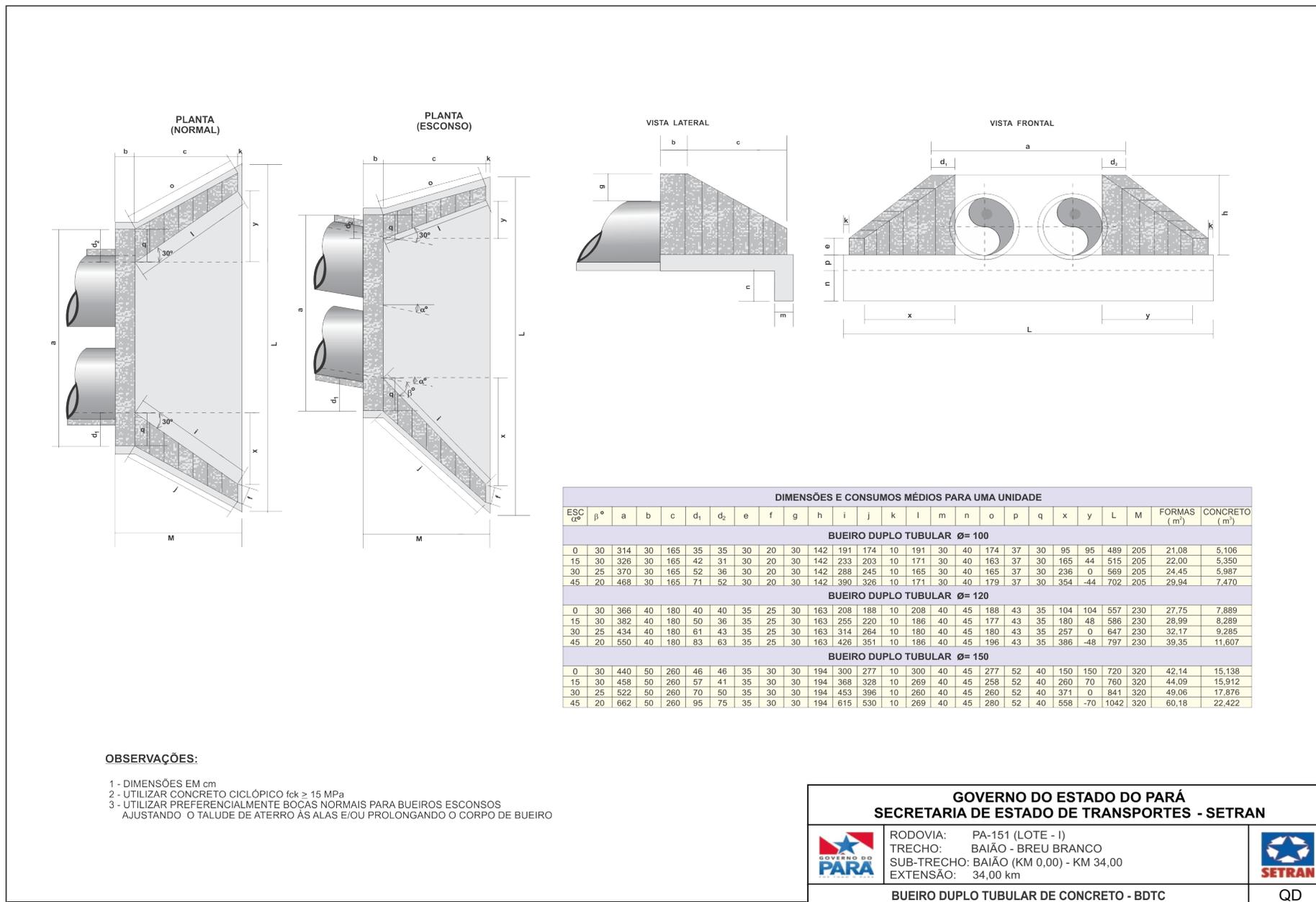


Figura 31 – BDTc bocas normais e esconsas

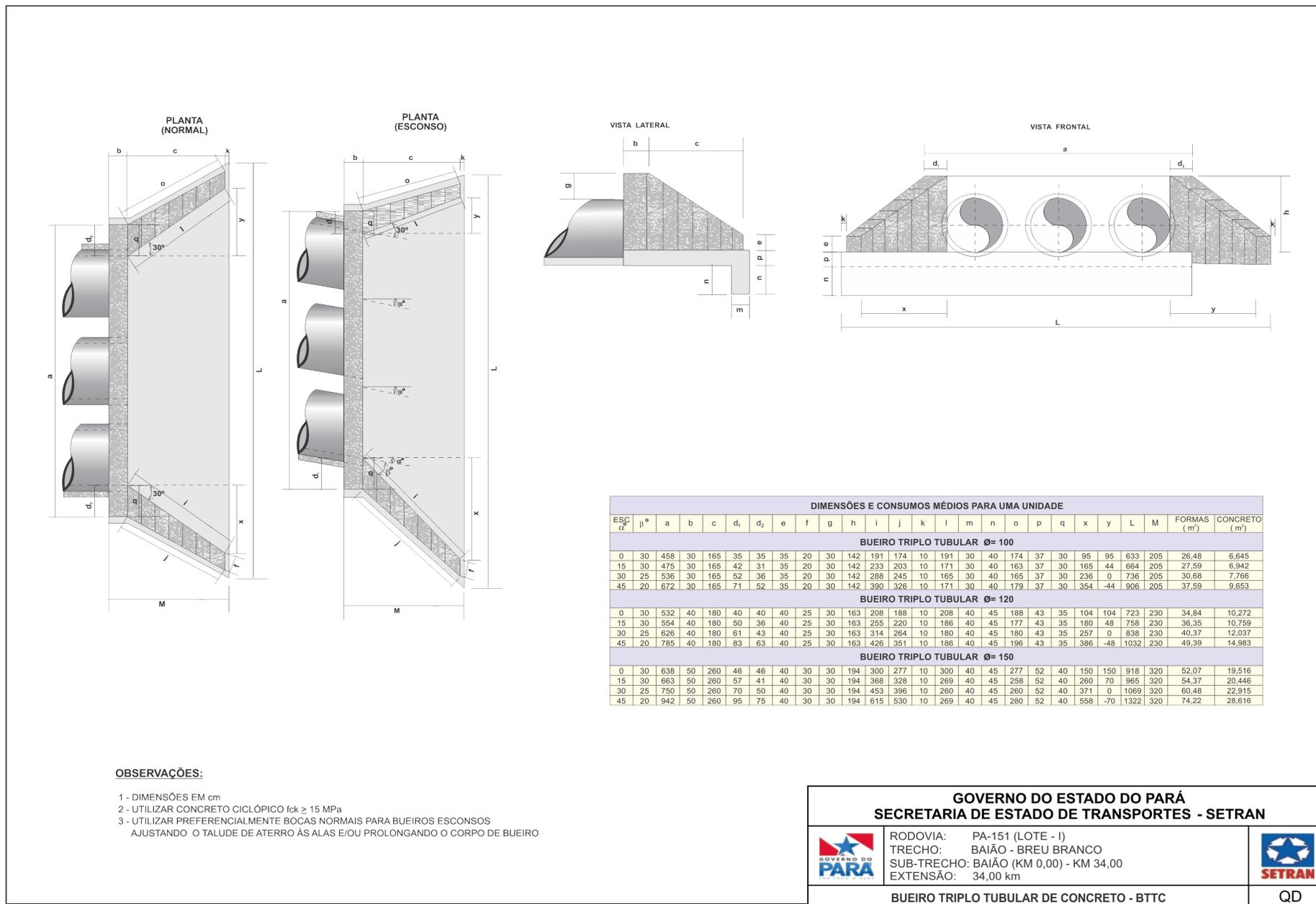


Figura 32 – BTTC bocas normais e esconsas

4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido visando à definição e o dimensionamento da estrutura do pavimento, considerando as condicionantes de tráfego e clima, através da indicação das espessuras das camadas constituintes e materiais a serem empregados.

4.4.1 CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS

O dimensionamento das estruturas do pavimento está diretamente ligado às características geotécnicas do subleito.

A infraestrutura do pavimento deve ser dimensionada visando proporcionar condição adequada de suporte aos materiais a ela sobrepostos, analisando as características do subleito e disponibilidade de materiais em cada região. As características do subleito foram determinadas a partir dos resultados de ensaios geotécnicos. Atendendo a Instrução de Serviço do DNIT IS-206 – Estudos Geotécnicos, foram executados ao longo do trecho 69 (Sessenta e nove) furos de sondagens, com espaçamento máximo de 200 m, na profundidade de até 1,50 m abaixo do greide do projeto geométrico. As sondagens do subleito resultaram no valor médio de CBR 9,80%, mínimo de 9,00% e máximo de 10,50%.

O dimensionamento da estrutura de pavimento asfáltico foi efetuado através da metodologia preconizada pelo DNIT, através das instruções contidas no manual de Pavimentação do DNIT de 2006. Este método tem por base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume” de autoria de Turnbull, Foster e Ahlvin, do USACE, em conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO, sendo que o principal objetivo da estrutura dimensionada é a proteção contra a ruptura por tensões de cisalhamento da camada do subleito.

Segundo tal procedimento, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, dada em termos de material granular, em função dos dados geotécnicos e das características de tráfego solicitante. Este último parâmetro também é utilizado para a determinação da espessura mínima do revestimento asfáltico.

Determinadas estas espessuras, procede-se à determinação das espessuras das demais camadas constituintes da estrutura do pavimento. Dadas em termos de material granular, as camadas são convertidas para espessuras reais dos materiais

utilizados através dos coeficientes de equivalência estrutural, que expressam a relação entre a espessura de material granular e do material utilizado, de forma que ambos, nas respectivas espessuras, apresentem desempenho estrutural semelhante.

4.4.2 CONSIDERAÇÕES DO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da estrutura de pavimento asfáltico foi efetuado através da metodologia preconizada pelo DNIT, através das instruções contidas no manual de Pavimentação do DNIT de 2006. Este método tem por base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume” de autoria de Turnbull, Foster e Ahlvin, do USACE, em conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO, sendo que o principal objetivo da estrutura dimensionada é a proteção contra a ruptura por tensões de cisalhamento da camada do subleito.

Segundo tal procedimento, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, dada em termos de material granular, em função dos dados geotécnicos e das características de tráfego solicitante. Este último parâmetro também é utilizado para a determinação da espessura mínima do revestimento asfáltico.

Determinadas estas espessuras, procede-se à determinação das espessuras das demais camadas constituintes da estrutura do pavimento. Dadas em termos de material granular, as camadas são convertidas para espessuras reais dos materiais utilizados através dos coeficientes de equivalência estrutural, que expressam a relação entre a espessura de material granular e do material utilizado, de forma que ambos, nas respectivas espessuras, apresentem desempenho estrutural semelhante.

Para evitar rupturas precocemente, o Método do DNER determina algumas restrições para utilização dos materiais componentes do subleito e das camadas do pavimento, destacadas no quadro a seguir.

Quadro 38 – Caract. mínimas dos materiais das camadas de pavimentação.

Camada	Características Mínimas dos Materiais
Subleito	Expansão menor ou igual a 2% e CBR maior ou igual 2%.
Reforço do Subleito	Expansão menor ou igual a 2% e CBR maior que o do subleito.
Sub-base	Expansão menor ou igual a 1%, I.G = 0 (zero) e CBR maior ou igual 20%.
Base	Expansão menor ou igual a 0,5%, CBR maior ou igual 80%, Limite de liquidez menor ou igual a 25% e Índice de plasticidade menor ou igual a 6%.

Fonte: DNIT, 2006.

Observações:

Caso o LL seja superior a 25% e/ou o IP seja superior a 6%, o material pode ser empregado em base (satisfeitas as demais condições), desde que o equivalente de areia seja superior a 30%.

Para um número “N” de repetições de eixo-padrão, durante o período de projeto $N \leq 5,00E+06$, podem ser empregados materiais com $CBR \geq 60\%$ e as faixas granulométrica A, B, C, D, E ou F da AASHTO.

4.4.2.1 CONSIDERAÇÕES DO NÚMERO “N”

A partir dos Estudos de Tráfego foi estabelecido o valor do número “N” para um período de 10 anos a partir da abertura do tráfego (ano de 2024), calculado segundo a metodologia preconizada pelo AASHTO e USACE.

O Quadro a seguir apresenta os valores para o número “N” provenientes dos Estudos de Tráfego, os quais serão utilizados nesta fase de estudo para o dimensionamento do pavimento.

Quadro 39 – Valores para “N”

Local	Observação	Número "N"
		USACE
Pista de rolamento	-	3,88E+06
Acostamento ¹	-	1,94E+05

Fonte: Elaboração Própria.

A partir dos valores de número “N” apresentados no Quadro acima, tem-se uma análise prévia ao dimensionamento do pavimento, a saber:

- Pista de rolamento: locais onde existe a ocorrência do Número “N” total;
- Acostamento: locais onde existe a ocorrência estimada de 5% do Número “N” total da pista de rolamento.
- Valor de “N” considerado um percentual de 5% do volume de tráfego aferido para a pista de rolamento.
-

¹ Valor de “N” considerado um percentual de 5% do volume de tráfego aferido para a pista de rolamento.

Na análise, foi realizado o comparativo entre as espessuras de revestimento, utilizando como base as premissas do método DNER/DNIT e adotando, para cada situação, o maior valor de número “N”.

Quadro 40 – Espessura mínima do revestimento.

N	Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,00 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,50 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,00 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,50 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006.

A seguir é apresentado o resultado da análise:

Quadro 41 – Análise em função de “N”

Segmento	Observação	Número "N" considerado	Espessura do revestimento betuminoso DNIT
		USACE	(cm)
Pista de rolamento	-	3,88E+06	5,00
Acostamento	-	1,94E+05	3,00

Fonte: Elaboração Própria.

No que diz respeito ao revestimento dos acostamentos, devido à sua pequena espessura, o TSD não aumenta substancialmente a resistência estrutural do pavimento, além do mais, o índice de pluviosidade da região não favorece a adoção deste como solução de revestimento. Diante disso é indicado a solução de 3,00 cm de CBUQ como revestimento dos acostamentos, devido o mesmo apresentar maior resistência as ações climáticas e características específicas do tráfego atuante.

Acostamento – Não se dispõe de dados seguros para o dimensionamento dos acostamentos, sendo que a sua espessura está, de antemão, condicionada à da pista de rolamento. A solicitação de cargas é, no entanto, diferente e pode haver uma solução estrutural diversa da pista de rolamento.

A adoção nos acostamentos da mesma estrutura da pista de rolamento tem efeitos benéficos no comportamento desta última e simplifica os problemas de drenagem; geralmente, na parte correspondente às camadas de reforço e sub-base, adota-se, para acostamentos e pista de rolamento, a mesma solução, procedendo-se de modo idêntico para a parte correspondente à camada de base, quando o custo desta camada não é muito elevado. O revestimento dos acostamentos pode ser,

sempre, de categoria inferior ao da pista de rolamento (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006).

4.4.2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Com base na metodologia preconizada pelo DNIT, a determinação das camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

$$R \times KR + B \times KB \geq H20$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KS \geq Hn$$

$$R \times KR + B \times KB + h20 \times KS + hn \times Kref \geq Hm$$

Onde:

R = espessura do revestimento;

B = espessura da base;

H20=espessura sobre a sub-base;

h20 = espessura da sub-base;

Hn = espessura sobre o reforço do subleito;

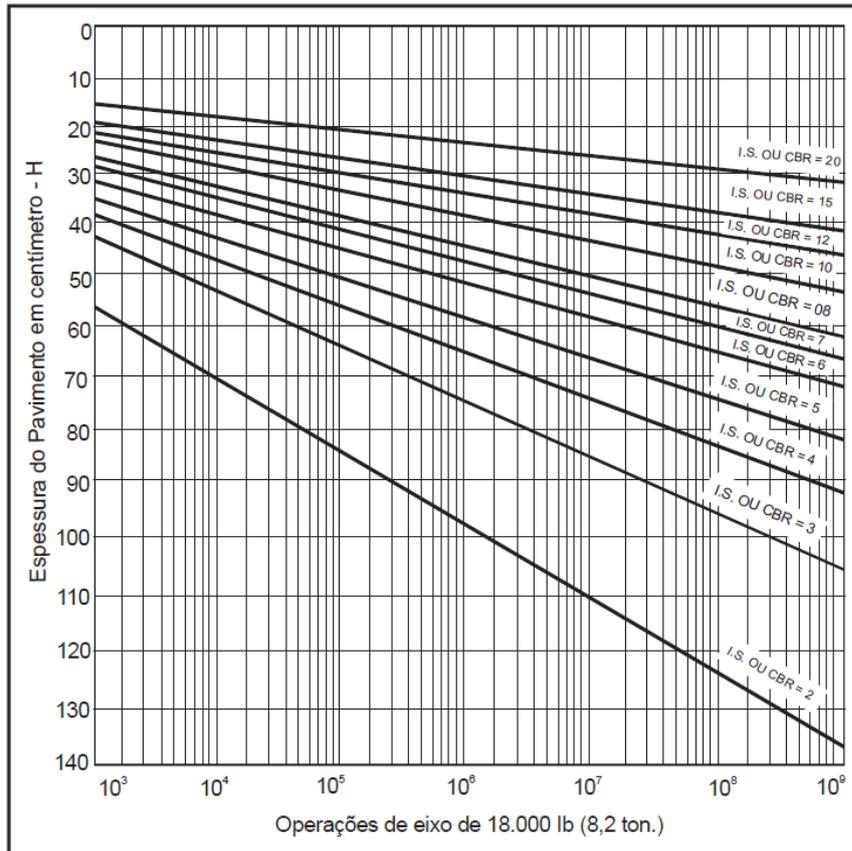
hn = espessura do reforço do subleito;

Hm = espessura total do pavimento sobre a infraestrutura;

KR, KB, KS, Kref = coeficientes de equivalência estrutural.

As espessuras mínimas de revestimento asfáltico são obtidas em função do número “N”, conforme Quadro 40.

As espessuras equivalentes Hm, Hn, H20 são obtidas através das inequações apresentadas ou pelo Ábaco do DNIT a seguir (Figura 33), onde a espessura em termos de material granular é em função do número “N” e do valor de CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.



$$H = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{0,598}$$

Figura 33 – Ábaco de Dimensionamento do DNIT, 2006.

Para os materiais integrantes das camadas do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência Estrutural tomando por base os resultados obtidos na pista experimental da AASHTO, portanto consideraram-se os valores apresentados no Quadro 42, para os coeficientes de equivalência estrutural.

Quadro 42 – Coeficientes Estruturais para os Materiais.

Material constituinte da camada	Coeficientes Estruturais (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão à 7 dias, entre 2,80 e 4,50 Mpa	1,40
Solo cimento com resistência à compressão à 7 dias, superior a 4,5 Mpa	1,70
Solo cimento com resistência à compressão à 7 dias, entre 2,10 e 2,80 Mpa	1,20

Fonte: DNIT, 2006.

Para o dimensionamento das diversas camadas do pavimento asfáltico considerou-se os seguintes materiais:

- Subleito: classificação H.R.B A-2-4, com índice de suporte Califórnia (CBR) mínimo de = 8,90%;
- Sub-base: solo estabilizado granulometricamente sem mistura, com índice de suporte Califórnia (CBR) $\geq 20,00\%$;
- Base: solo estabilizado granulometricamente sem mistura, com índice de suporte Califórnia (CBR) $\geq 60,00\%$;
- Revestimento: Concreto Betuminoso Usinado à Quente (CBUQ).

De acordo com as características dos materiais adotados nas camadas de sub-base, base e revestimento, foi considerado os seguintes coeficientes de equivalência estrutural:

- Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base (KS) = 1,0;
- Coeficiente de equivalência estrutural da base (KB) = 1,0;
- Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento (KR) = 2,0.

As espessuras das camadas são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$RK_R + BK_B \geq H_{20}$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$$

$$RK_R + BK_B + h_{20}K_S h_n K_{REF} \geq HT$$

A Figura 34 apresenta a simbologia das camadas de pavimentos asfálticos.



Figura 34 – Simbologia das camadas do pavimento DNIT, 2006.

4.4.2.2.1 ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO

Conforme apresentado no Quadro 41, a espessura mínima do revestimento betuminoso para a pista de rolamento e acostamento considerando o número “N” de $3,88E+06$ e $1,94E+05$ é de 5,00 cm e 3,00 cm.

É importante destacar que as espessuras mínimas adotadas, tem por finalidade resistir aos esforços do tráfego de veículos, além de proteger as demais camadas da estrutura do pavimento das ações climáticas ou quaisquer outros agentes agressores ao final de sua vida útil projetada.

4.4.2.2 DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS Hn e H20

Definido o tráfego correspondente a “N” e valor do CBR do subleito (Projeto), a espessura total básica do pavimento será calculada de acordo com a equação transcrita a seguir.

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times CBR^{-0,598}$$

Dessa forma, substituindo-se os valores correspondentes na equação apresentada acima, tem-se:

Pista de rolamento

$$H_n = 77,67 \times (3,88 \times 10^6)^{0,0482} \times 8,90^{-0,598}$$

$$H_n = 44,00 \text{ cm}$$

Acostamento

$$H_n = 77,67 \times (1,94 \times 10^5)^{0,0482} \times 8,90^{-0,598}$$

$$H_n = 38,00 \text{ cm}$$

A espessura (Hn) corresponde a camada de pavimento destinada a proteger o subleito dos esforços das cargas dos veículos em um horizonte de projeto de 10 anos.

Para as camadas de revestimento betuminoso e base (H₂₀), tem-se:

Pista de rolamento

$$H_{20} = 77,67 \times (3,88 \times 10^6)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 27,00 \text{ cm}$$

Acostamento

$$H_{20} = 77,67 \times (1,94 \times 10^5)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 23,00 \text{ cm}$$

A espessura (H_{20}) corresponde a camada de pavimento destinada a proteger a sub-base dos esforços das cargas dos veículos em um horizonte de projeto de 10 anos.

4.4.2.2.3 ESPESSURA DA CAMADA DE BASE

A espessura da base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times K_B > H_{20}$$

Onde:

$R_{CBUQ} = 5,00$ (pista de rolamento) e $3,00$ (acostamento);

$K_{CBUQ} = 2,00$;

$K_B = 1,00$;

$H_{20} = 27,00$ (pista de rolamento) e $23,00$ (acostamento).

Dessa forma, substituindo-se os valores correspondentes na equação apresentada acima, tem-se:

Pista de rolamento

$$5,00 \times 2,00 + B \times 1,00 > 27,00$$

$$B = 17,00$$

Acostamento

$$3,00 \times 2,00 + B \times 1,00 > 23,00$$

$$B = 17,00$$

Espessura da base adotada = $20,00$ cm (pista principal) e $20,00$ cm (acostamento).

4.4.2.2.4 ESPESSURA DA CAMADA DE SUB-BASE

A espessura da sub-base foi determinada através da resolução da seguinte inequação:

$$R_{CBUQ} \times K_{CBUQ} + B \times K_B + h_{20} \times K_S > H_n$$

Onde:

$R_{CBUQ} = 5,00$ (pista de rolamento) e $3,00$ (acostamento);

$$K_{\text{CBUQ}} = 2,00;$$

$$K_B = 1,00;$$

$B = 20,00$ (pista de rolamento) e $20,00$ (acostamento);

$$K_S = 1,00$$

$H_n = 44,00$ (pista de rolamento) e $38,00$ (acostamento).

Dessa forma, substituindo-se os valores correspondentes na equação apresentada acima, tem-se:

Pista de rolamento

$$5,00 \times 2,00 + 20,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 > 44,00$$

$$h_{20} = 14,00 \text{ cm}$$

Acostamento

$$3,00 \times 2,00 + 20,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 > 38,00$$

$$h_{20} = 12,00 \text{ cm}$$

Espessura da sub-base adotada = $20,00$ cm (pista de rolamento) e $20,00$ cm (acostamento).

Os quadros subsequentes resumem o dimensionamento do pavimento asfáltico para a pista de rolamento e acostamento.

4.4.2.2.5 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Quadro 43 – Resumo do Dimensionamento Pista Principal

PISTA PRINCIPAL - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT			
EMPREENHIMENTO: RODOVIA PA-151		TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE BAIÃO - BREU BRANCO	
SUBTRECHO: KM 0,00 - KM 46,00		EXTENSÃO: 46 KM	
Dados do Projeto		Coefficientes Estruturais	
Número "N" (2022 a 2031)	3,88E+06	Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)	K_n Valor
CBR do Subleito (%)	9,80	Base ou revestimento por penetração	KRT 1,2
Espessura do Revestimento (cm)	5,00	Base ou revestimento em PMF	KRF 1,4
CBR da Base (%)	60,00	Base ou revestimento em PMQ	KRQ 1,7
CBR da Sub-base (%)	20,00	Base ou revestimento em CBUQ	KR 2,0
Camada Final de Aterro / Subleito (%)	9,80		
1. Espessuras em termos de base granular		Coefficientes Estruturais (Sub-base ou Base)	
H _m	41,00	Camadas granulares - BGR	KB 1,0
H ₂₀	27,00	Camadas granulares - SOLBR	KB 1,0
H _n	41,00	Camadas granulares - SGR	KS 1,0
		Solo Cimento - R _c (7 dias) entre 2,10 e 2,80 MPa	KB 1,2
		Bases de solo cimento - SC	KB 1,2
		Solo Cimento - R _c (7 dias) entre 2,80 e 4,50MPa	KB 1,4
		Solo Cimento - R _c (7 dias) > 4,50MPa (BSC1)	KB 1,7
2. Cálculo das Espessuras das Camadas		Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso	
Uma vez determinadas as espessuras H _m , H ₂₀ e H _n , e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h ₂₀) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:		Número "N"	Solução
a) $R \cdot KR + B \cdot KB \geq H_{20}$		1,00E+06	TSD
b) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s \geq H_n$		5,00E+06	5,00
c) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s + h_r \cdot K_{rf} \geq H_m$		1,00E+07	7,50
		5,00E+07	10,00
		-	12,50
2.1 Espessura da Camada de Revestimento			
Base ou revestimento em CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	CBUQ	cm
Valor Adotado :		5,00	cm
a) Espessura da Camada de BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{BASE}	17,00	cm
Valor Adotado :		20,00	cm
b) Espessura da Camada de SUB-BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{SUB-BASE}	14,00	cm
Valor Adotado:		20,00	cm
c) Espessura da Camada de REFORÇO			
Camadas granulares - SGR	H _{REFORÇO}	-	cm
Valor Adotado:		0,00	cm
3. Diagrama da Estrutura do Pavimento			
CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	5,00	cm
BASE	H _{BASE}	20,00	cm
SUB-BASE	H _{SUB-BASE}	20,00	cm
REFORÇO	H _{SELO}	-	cm
Observação			
O Manual de Pavimentação do DNIT (2006), recomenda uma espessura construtiva mínima de 15,0 cm para as camadas de base e sub-base.			

Quadro 44 – Resumo do Dimensionamento Acostamento

ACOSTAMENTO - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT			
EMPREENDIMENTO: RODOVIA PA-151		TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE BAIÃO - BREU BRANCO	
SUBTRECHO: KM 0,00 - KM 46,00		EXTENSÃO: 46 KM	
Dados do Projeto		Coeficientes Estruturais	
Número "N" (2022 a 2031)	1,94E+05	Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)	K_n Valor
CBR do Subleito (%)	9,80	Base ou revestimento por penetração	KRT 1,2
Espessura do Revestimento (cm)	TSD	Base ou revestimento em PMF	KRF 1,4
CBR da Base (%)	60,00	Base ou revestimento em PMQ	KRQ 1,7
CBR da Sub-base (%)	20,00	Base ou revestimento em CBUQ	KR 2,0
Camada Final de Aterro / Subleito (%)	9,80		
1. Espessuras em termos de base granular		Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)	
H _m	36,00	Camadas granulares - BGR	KB 1,0
H ₂₀	23,00	Camadas granulares - SOLBR	KB 1,0
H _n	36,00	Camadas granulares - SGR	KS 1,0
		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,10 e 2,80 MPa	KB 1,2
		Bases de solo cimento - SC	KB 1,2
		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,80 e 4,50MPa	KB 1,4
		Solo Cimento - Rc (7 dias) > 4,50MPa (BSC1)	KB 1,7
2. Cálculo das Espessuras das Camadas		Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso	
Uma vez determinadas as espessuras H _m , H ₂₀ e H _n , e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h ₂₀) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:			
a) $R \cdot KR + B \cdot KB \geq H_{20}$			
b) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s \geq H_n$			
c) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s + hr \cdot K_{rf} \geq H_m$			
2.1 Espessura da Camada de Revestimento			
Base ou revestimento em CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	CBUQ	cm
Valor Adotado :		3,00	cm
a) Espessura da Camada de BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{BASE}	17,00	cm
Valor Adotado :		20,00	cm
b) Espessura da Camada de SUB-BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{SUB-BASE}	12,00	cm
Valor Adotado:		20,00	cm
c) Espessura da Camada de REFORÇO			
Camadas granulares - SGR	H _{REFORÇO}	-	cm
Valor Adotado:		0,00	cm
3. Diagrama da Estrutura do Pavimento			
CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	3,00	cm
BASE	H _{BASE}	20,00	cm
SUB-BASE	H _{SUB-BASE}	20,00	cm
REFORÇO	H _{SELO}	-	cm
Observação			
O Manual de Pavimentação do DNIT (2006), recomenda uma espessura construtiva mínima de 15,0 cm para as camadas de base e sub-base.			

4.4.3 ESQUEMA LINEAR DE PAVIMENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o esquema linear de pavimentação para a pista de rolamento e acostamento do empreendimento em questão.

Pista de rolamento

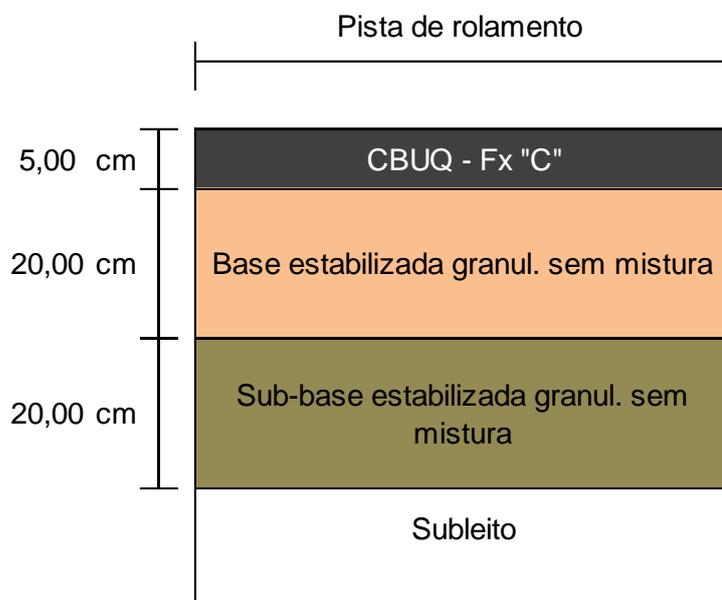


Figura 35 – Linear da pista de rolamento

Acostamento

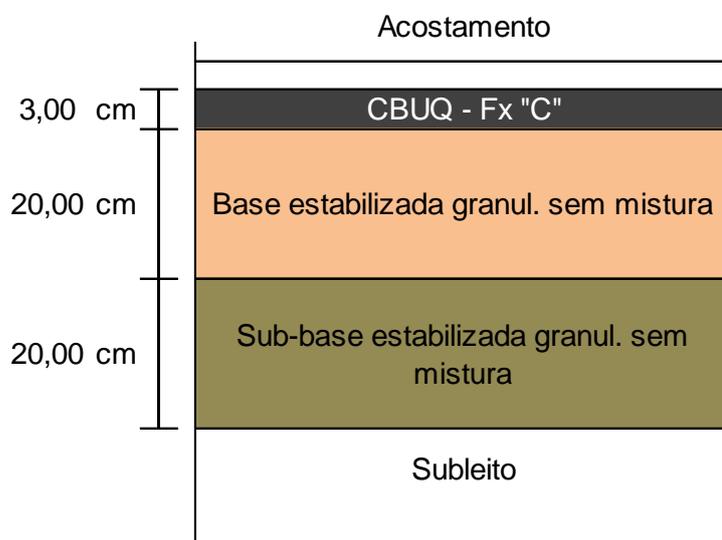


Figura 36 – Linear Acostamento

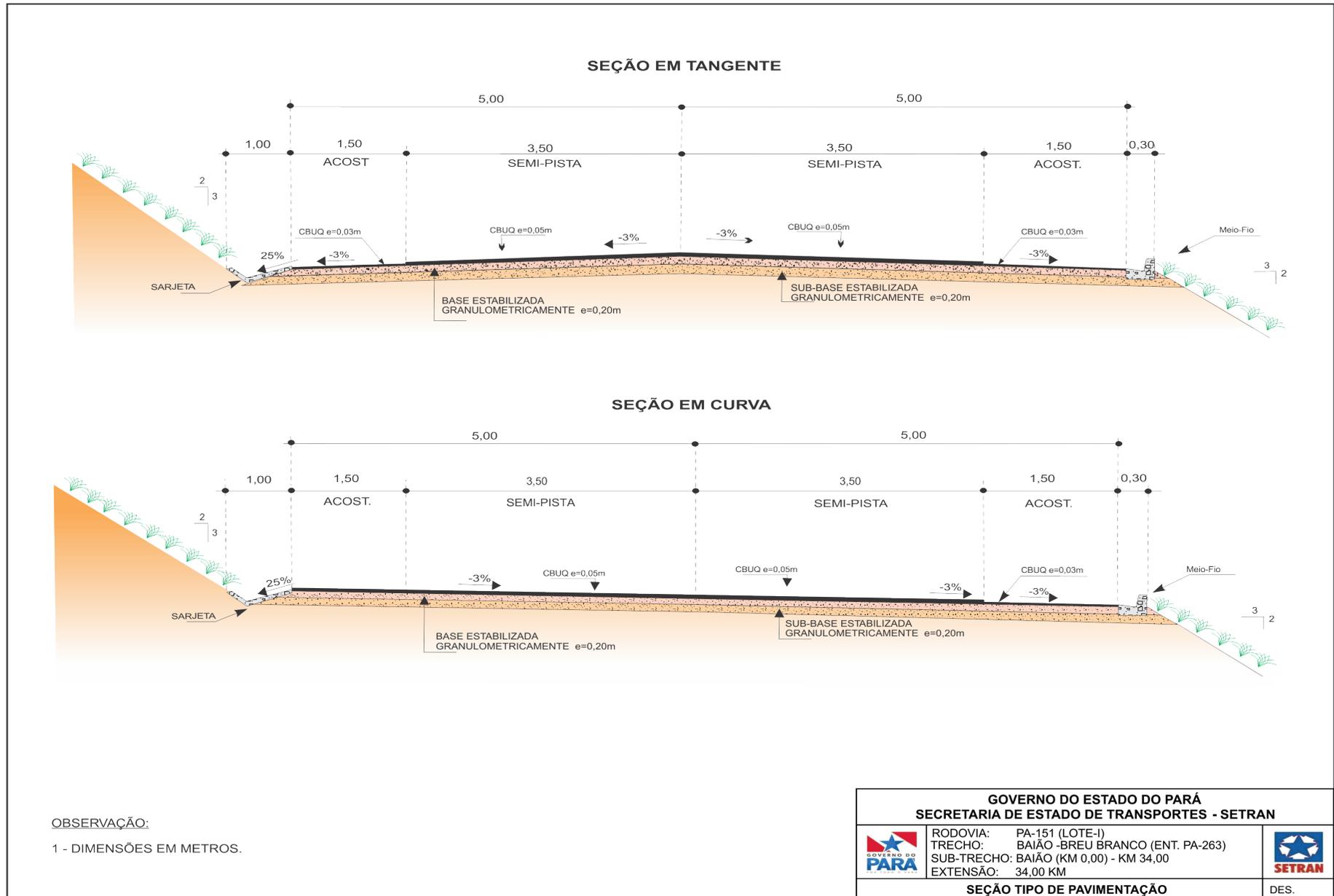


Figura 37 – Seção tipo de Pavimentação

Quadro 48 – Imprimação

SEGMENTO		IMPRIMAÇÃO						TRANSPORTES								MATERIAL BETUMINOSO			
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m ²)	UND	QUANT.	MATERIAL	Origem			DESTINO	DMT (Km)	TAXA APLIC. (%)	UND	QUANT.	TIPO	TAXA APLIC. (%)	UND	QUANT.
								OCORR.	ESTACA	D. EIXO									
0 + 0,0	565 + 0,0	11.300,00	10,00	113.000,00	m ²	113.000,00	CM-30	Usina	0 + 0,0	0,20	pista	5,9	1,20	txKm	793,26	CM-30	1,2 l/m ²	t	135,60
565 + 10,0	717 + 15,0	3.045,00	10,00	30.450,00	m ²	30.450,00	CM-30	Usina	0 + 0,0	0,20	pista	13,0	1,20	txKm	476,21	CM-30	1,2 l/m ²	t	36,54
718 + 5,0	1037 + 0,0	6.375,00	10,00	63.750,00	m ²	63.750,00	CM-30	Usina	0 + 0,0	0,20	pista	17,8	1,20	txKm	1.358,07	CM-30	1,2 l/m ²	t	76,50
1037 + 10,0	1700 + 0,0	13.250,00	10,00	132.500,00	m ²	132.500,00	CM-30	Usina	0 + 0,0	0,20	pista	27,6	1,20	txKm	4.384,43	CM-30	1,2 l/m ²	t	159,00
				TOTAL		339.700,00	m²												
<p>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p>  <p>RODOVIA: PA-151 (LOTE-I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM</p>  <p>DEMONSTRATIVO DE PAVIMENTAÇÃO</p>																			
																	QD		

Quadro 50 – CBUQ

SEGMENTO		CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE							TRANSPORTES							MATERIAL BETUMINOSO													
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESP. (m)	VOLUME (m³)	DENSIDADE (t/m³)	UND	QUANT.	MATERIAL	Origem			DESTINO	DMT (Km)	UND	QUANT.	TIPO	TAXA DE APLIC.	UND	QUANT.									
										OCORR.	ESTACA	D. EIXO																	
PISTA DE ROLAMENTO																													
0 + 0,0	1700 + 0,0	34.000,00	7,00	0,05	11.900,00	2,40	t	28.560,00	CBUQ	Usina	0 + 0	0,20	pista	17,20	txKm	491.232,0	CAP-20	6,0	t	1.713,60									
ACOSTAMENTO																													
0 + 0,0	565 + 0,0	11.300,00	3,00	0,03	1.017,00	2,40	t	2.440,80	CBUQ	Usina	0 + 0	0,20	pista	5,85	txKm	14.278,7	CAP-20	6,0	t	146,45									
565 + 10,0	717 + 15,0	3.045,00	3,00	0,03	274,05	2,40	t	657,72	CBUQ	Usina	0 + 0	0,20	pista	13,03	txKm	8.571,7	CAP-20	6,0	t	39,46									
718 + 5,0	1037 + 0,0	6.375,00	3,00	0,03	573,75	2,40	t	1.377,00	CBUQ	Usina	0 + 0	0,20	pista	17,75	txKm	24.445,2	CAP-20	6,0	t	82,62									
1037 + 10,0	1700 + 0,0	13.250,00	3,00	0,03	1.192,50	2,40	t	2.862,00	CBUQ	Usina	0 + 0	0,20	pista	27,58	txKm	78.919,7	CAP-20	6,0	t	171,72									
								TOTAL	35.897,52	t																			
										GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN																			
										 RODOVIA: PA-151 (LOTE-I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM																			
										DEMONSTRATIVO DE PAVIMENTAÇÃO										QD									

4.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

As obras complementares são necessárias à proteção do corpo estradal e dos serviços a serem realizados na área de proteção ambiental, da certa forma também de assegurar o perfeito funcionamento e operação da rodovia, bem como a segurança dos usuários e a premissa de isolar veículos automotores de pedestres.

O Projeto de Obras Complementares desenvolvido para o trecho em questão procurou suprir as necessidades do trecho quanto ao aspecto de segurança viária, através de indicação de elementos e/ou dispositivos para cada condição específica.

Esclarece ainda que na concepção do projeto os tipos de dispositivos a serem adotados e suas localizações para implantação, foram definidos com base em criteriosa análise do projeto geométrico (planta e perfil) e nas observações de campo.

Segundo este enfoque está sendo indicada a construção de passeios para pedestres nos perímetros urbanos dos vilarejos Açaizal (Estacas 440+0,00 a 485+0,00), Massaranduba (Estacas 988+0,00 a 1035+0,00) e Flexal (Estacas 1250+0,00 a 1296+0,00), a fim de dotar de maior segurança aos usuários da via.

4.5.1 PASSEIO PÚBLICO

Conforme citado anteriormente, está sendo indicada a execução dos serviços de implantação de passeio de pedestres (calçadas) em concreto com Fck de 15,0 Mpa e espessura de 7,0cm com largura de 1,50m nos dois sentidos da rodovia.

A seguir apresenta-se a memória deste serviço de obras complementares

Quadro 51 – Listagem de passeio.

CONSTRUÇÃO DE CALÇADA EM CONCRETO FcK 15 Mpa - ESP. 7,0 cm											
ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m ²)	ESTACA		LADO	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m ²)
INICIAL	FINAL					INICIAL	FINAL				
450 + 0,00	480 + 0,00	E	600,00	1,20	720,00	450 + 0,00	480 + 0,00	D	600,00	1,20	720,00
990 + 0,00	1030 + 0,00	E	800,00	1,20	960,00	990 + 0,00	1030 + 0,00	D	800,00	1,20	960,00
1255 + 0,00	1295 + 0,00	E	800,00	1,20	960,00	1255 + 0,00	1295 + 0,00	D	800,00	1,20	960,00
					2.640,00						2.640,00
OBS: PERÍMETROS URBANOS DAS COMUNIDADES, AÇAIZAL, MASSARANDUBA E FLEXAL						GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
						TOTAL		5.280,00 m²			
						PASSEIO DE PEDESTRES (CALÇADAS)					QD

4.5.2 PROTEÇÃO AMBIENTAL

Além da implantação dos passeios públicos, anteriormente previsto, o projeto em questão também direciona para a proteção ambiental com objetivo de compatibilizar o desenvolvimento técnico-econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Neste projeto estão inseridas a recuperação das Jazidas, Empréstimos e áreas de bota-fora, também foram instituídas a proteção de taludes de corte, aterros e recobrimento vegetal.

Todo este procedimento será realizado através da técnica de hidrossemeadura, compreendendo na proposição de medidas de proteção ambiental que consistem em mitigar os impactos ambientais causados e evitar que outros danos venham a ocorrer, promovendo ao mesmo tempo, ações que aperfeiçoem os impactos benéficos.

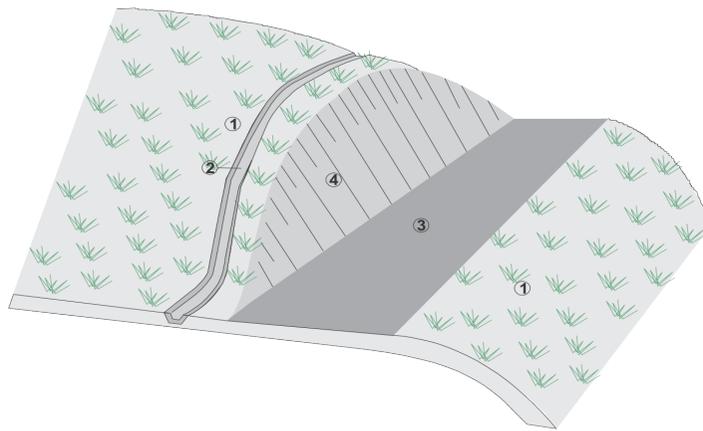
A seguir estão as quantidades dos serviços acima relatados, que constam do item de proteção ambiental no quadro de quantidades bem como seus detalhamentos.

Quadro 53 – Listagem de revestimento vegetal

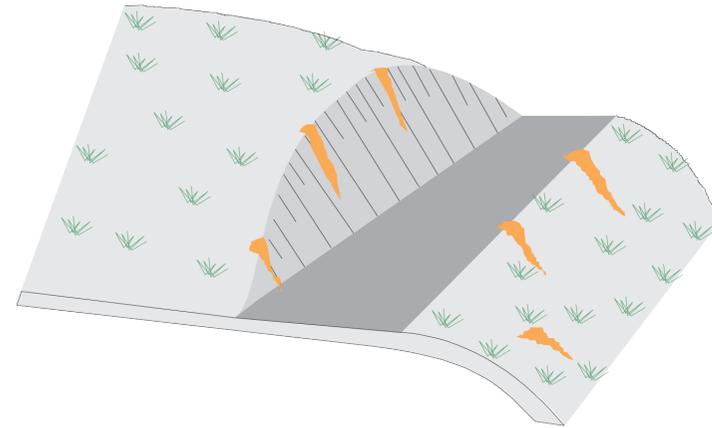
ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m ²)	ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m ²)
0 + 0,0	105 + 0,0	D/E	2.100,00	1,50	6.300,00	1035 + 0,0	1040 + 0,0	D/E	100,00	2,00	400,00
105 + 0,0	115 + 0,0	D/E	200,00	2,00	800,00	1045 + 0,0	1135 + 0,0	D/E	1.800,00	1,50	5.400,00
115 + 0,0	155 + 0,0	D/E	800,00	2,00	3.200,00	1135 + 11,0	1145 + 0,0	D/E	189,00	2,00	756,00
160 + 0,0	165 + 0,0	D/E	100,00	2,50	500,00	1150 + 0,0	1220 + 0,0	D/E	1.400,00	3,50	9.800,00
170 + 5,0	400 + 0,0	D/E	4.595,00	2,00	18.380,00	1225 + 0,0	1233 + 0,0	D/E	150,00	2,00	600,00
400 + 0,0	410 + 0,0	D/E	200,00	1,50	600,00	1240 + 0,0	1285 + 0,0	D/E	900,00	1,50	2.700,00
410 + 0,0	440 + 0,0	D/E	600,00	1,50	1.800,00	1285 + 0,0	1295 + 0,0	D/E	200,00	1,50	600,00
440 + 0,0	490 + 0,0	D/E	1.000,00	2,00	4.000,00	1300 + 0,0	1360 + 0,0	D/E	1.200,00	1,50	3.600,00
490 + 0,0	565 + 0,0	D/E	1.500,00	2,50	7.500,00	1360 + 0,0	1365 + 0,0	D/E	100,00	1,50	300,00
565 + 0,0	575 + 0,0	D/E	200,00	3,00	1.200,00	1365 + 0,0	1400 + 0,0	D/E	700,00	2,00	2.800,00
600 + 0,0	710 + 0,0	D/E	2.200,00	1,50	6.600,00	1400 + 0,0	1415 + 0,0	D/E	300,00	2,00	1.200,00
715 + 0,0	725 + 0,0	D/E	200,00	2,00	800,00	1415 + 17,0	1525 + 0,0	D/E	2.183,00	3,00	13.098,00
740 + 0,0	755 + 0,0	D/E	300,00	2,00	1.200,00	1525 + 0,0	1530 + 0,0	D/E	100,00	2,00	400,00
765 + 0,0	770 + 0,0	D/E	100,00	2,00	400,00	1530 + 0,0	1580 + 0,0	D/E	1.000,00	1,50	3.000,00
775 + 0,0	900 + 0,0	D/E	2.500,00	1,50	7.500,00	1585 + 0,0	1595 + 0,0	D/E	200,00	1,50	600,00
900 + 0,0	950 + 0,0	D/E	1.000,00	2,50	5.000,00	1600 + 0,0	1660 + 0,0	D/E	1.200,00	2,00	4.800,00
970 + 0,0	980 + 0,0	D/E	200,00	4,00	1.600,00	1660 + 0,0	1665 + 0,0	D/E	100,00	3,50	700,00
980 + 0,0	1035 + 0,0	D/E	1.100,00	2,00	4.400,00	1665 + 0,0	1700 + 0,0	D/E	700,00	2,50	3.500,00
TOTAL					126.034,00 m²	GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
						 RODOVIA: PA-151 (LOTE-I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM					
						REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES DE ATERROS					QD

PROTEÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS EXPLORADAS

ESCAVAÇÕES EXTRA LEITO ESTRADAL (EMPRÉSTIMOS OU JAZIDAS)



OBS.: EMPRÉSTIMO OU JAZIDA TRATADO APÓS EXPLORAÇÃO; NO CASO DE ALARGAMENTO DE CORTE O PROCEDIMENTO É IDÊNTICO, MENOS NO ÍTEM 3



OBS.: ÁREA NÃO TRATADA APÓS EXPLORAÇÃO OCACIONANDO EROSIÕES SUPERFICIAIS OU RAVINAS

- TERRENO NATURAL
- VALETA DE PROTEÇÃO DE CRISTA DE CORTE REVESTIDA COM GRAMÍNEA
- LOCAL DA EXPLORAÇÃO A SER REGULARIZADO E EM SEGUIDA TRAZIDO O MATERIAL VEGETAL ORIGINAL (HUMUS), ESCARIFICAR OU UMIDIFICAR
- TALUDE DE CORTE ESTABILIZADO E PLANTADO COM CAPIM SÂNDALO

OBS.: EVITAR EXPLORAÇÃO EM ÁREAS PLANAS DEIXANDO BURACOS OU PROVOCANDO FORMAÇÃO DE BACIAS

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE - I)
 TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
 SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
 EXTENSÃO: 34,00 km



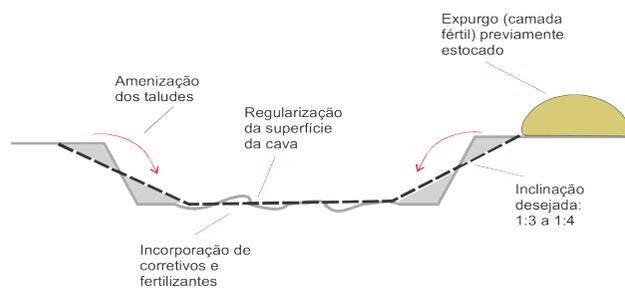
PROTEÇÃO AMBIENTAL

QD

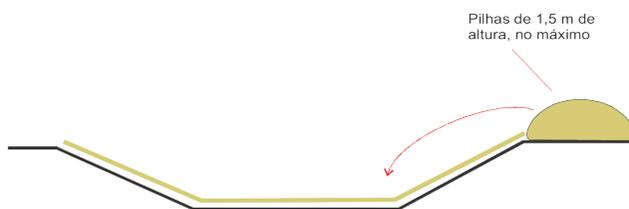
Figura 38 – Proteção ambiental

RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS EM ÁREAS PLANAS OU DE POUCA DECLIVIDADE

1. PREPARO DO TERRENO



2. ESPALHAMENTO DA CAMADA FÉRTIL



3. DRENAGEM E REVEGETAÇÃO



Etapas da Revegetação Manual à Lanço (Especificação DNER-ES-341/97):

- . Regularização mecanizada da superfície;
- . Suavização dos taludes para 1:3 ou 1:4;
- . Aração e gradagem, destorroamento e uniformização da superfície;
- . Incorporação de corretivos e fertilizantes;
- . Irrigação;
- . Adubação de cobertura, seis meses após a sementeira.

**GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN**



RODOVIA: PA-151 (LOTE - I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 km



RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS

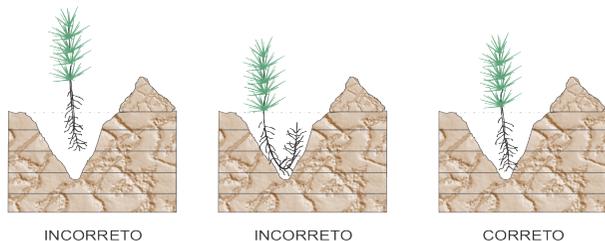
QD

Figura 39 – Recuperação de Jazidas

O REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES SERÁ EXECUTADO POR MEIO DE MUDA, LEIVAS OU HIDROSSEMEADURA. O PROCESSO A SER UTILIZADO NOS CORTES SERÁ SEMPRE HIDROSSEMEADURA. NOS ATERROS, O PROCESSO SERÁ DEFERIDO PELA FISCALIZAÇÃO. OS PROCEDIMENTOS PARA A EXECUÇÃO, SERÁ OS SEGUINTE:

1 - PLANTIO DE MUDAS

SERÁ DE ACORDO COM O ESQUEMA ABAIXO



PLANTIO DAS MUDAS



AFASTAMENTO DAS MUDAS



INCORRETO



CORRETO

PÓ DE SERRA ÚMIDO COBRINDO AS RAÍZES

AS COVAS SERÃO PREENCHIDAS COM SOLO ORGÂNICO, ADICIONANDO-SE 5g. POR COVA, DE FERTILIZANTE DO TIPO *SUPER-FOSFATO SIMPLES*. SERÃO FEITAS IRRIGAÇÕES SEMANALMENTE E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2% A UMA RAZÃO DE 5 LITROS DE ÁGUA/m².

2 - PLANTIO POR LEIVAS

AS LEIVAS SERÃO PREPARADAS EM SEMENTEIRAS. A LEIVA SERÁ CONSTITUÍDA POR: 1 PARTE DE TERRA VEGETAL, 2 PARTES DE SOLO ARGILOSO, E SUPER-FOSFATO SIMPLES, DE MODO A FORNECER UMA CONCENTRAÇÃO DE 50g/m².

O TRANSPORTE DOS BLOCOS DE MUDAS PARA O TALUDE SERÁ DE ACORDO COM O ESQUEMA ABAIXO. APÓS O PLANTIO, O TALUDE SERÁ IRRIGADO SEMANALMENTE, E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2%, A UMA RAZÃO DE 5 LITROS D'ÁGUA/m².



3 - HIDROSSEMEADURA

OS TALUDES DE CORTE ONDE SERÁ ADOTADA A HIDROSSEMEADURA, NÃO DEVERÃO RECEBER ACABAMENTO COM LÂMINA DE MOTONIVELADORA.

A HIDROSSEMEADURA OBEDECERÁ ÀS SEGUINTE ETAPAS:

- APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO COM SEMENTES, FERTILIZANTES, MATERIAL ANTI-EROSIVO E DEFENSIVOS, SE NECESSÁRIO, EM TAJAS APROVADAS PELA FISCALIZAÇÃO, PARA CADA TIPO DE SOLO.
- APLICAÇÃO DE UMA CAMADA DE FENO (MULCHING) E EMULSÃO ASFÁLTICA.
- IRRIGAÇÃO SEMANAL, E, UMA VEZ POR MÊS, DURANTE 6 MESES, A IRRIGAÇÃO SERÁ COM UMA SOLUÇÃO DE ÁGUA E URÉIA A 2%, A UMA RAZÃO DE 5 LITROS D'ÁGUA/m².

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN



RODOVIA: PA-151 (LOTE - I)
TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO
SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00
EXTENSÃO: 34,00 km



PROTEÇÃO VEGETAL

QD

Figura 40 – Proteção vegetal

4.5.3 DISPOSITIVO DE SEGURANÇA

Os sistemas e dispositivos de segurança destinados a reter, manter ou redirecionar os veículos desgovernados nas vias públicas, de modo a proteger pessoas e a minimizar outros danos devem ser construídos com forma e dimensões que favoreçam a desaceleração do veículo numa colisão, visando evitar ou pelo menos diminuir maiores consequências.

O conceito básico estabelecido no manual de projeto geométrico do DNER/DNIT, quanto às defensas e barreiras, estipula que seu emprego só é válido no caso do impacto do veículo contra as mesmas ter consequência menos grave que o acidente (colisão ou queda) que sua ausência ocasionaria.

No caso, defensas e barreiras são empregadas em condições onde haja possibilidade de um veículo desgovernado:

- ✓ Chocar com um obstáculo fixo próximo à pista (pontes, guarda-corpos, pilares);
- ✓ Sair da pista e rolar no talude de um aterro íngreme, ou ainda se as condições no pé do talude de aterro forem adversas (muro de arrimo, rio, rocha, abismo).

A necessidade de implantação de defensas segue a norma NBR 15486:2016 onde define em função da existência de aterros elevados e como proteção às obras de arte (pontes e galerias), tendo em vista a proteção dos veículos e a garantia da segurança do tráfego.

Para definição dos locais com necessidade de dispositivo de proteção, foram avaliadas as seções transversais geradas a partir do projeto geométrico elaborado.

As defensas de proteção quanto aos aterros são compostas pelo conjunto Corpo (trecho aéreo) + Ancoragem.

Os critérios para implantação do sistema de proteção seguiram as recomendações da NBR 6971:2012.

A seguir apresenta-se a listagem e detalhamento dos serviços de dispositivo de segurança – Defesa Metálica.

Quadro 54 – Listagem de defensas metálicas

LOCALIZAÇÃO		LADO D-E	EXTENSÃO (m)	OBSERVAÇÕES	LOCALIZAÇÃO		LADO D-E	EXTENSÃO (m)	OBSERVAÇÕES		
ESTACA	ESTACA				ESTACA	ESTACA					
PONTE (565+0,00 - 565+10,00)					PONTE (565+0,00 - 565+10,00)						
563	+ 16,00	565	+ 0,00	E	24,00	562	+ 16,00	565	+ 0,00	D	44,00
565	+ 10,00	567	+ 14,00	E	44,00	565	+ 10,00	566	+ 14,00	D	24,00
PONTE (717+15,00 - 718+5,00)					PONTE (717+15,00 - 718+5,00)						
716	+ 11,00	717	+ 15,00	E	24,00	715	+ 11,00	717	+ 15,00	D	44,00
718	+ 5,00	720	+ 9,00	E	44,00	718	+ 5,00	719	+ 9,00	D	24,00
PONTE (1037+0,00 - 1037+10,00)					PONTE (1037+0,00 - 1037+10,00)						
1035	+ 16,00	1037	+ 0,00	E	24,00	1034	+ 16,00	1037	+ 0,00	D	44,00
1037	+ 10,00	1039	+ 14,00	E	44,00	1037	+ 10,00	1038	+ 14,00	D	24,00
TOTAL					408,00 m						
					GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN						
											
					RODOVIA: PA-151 (LOTE-I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) SUB-TRECHO: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM						
LISTAGEM DE DEFENSAS					QD						

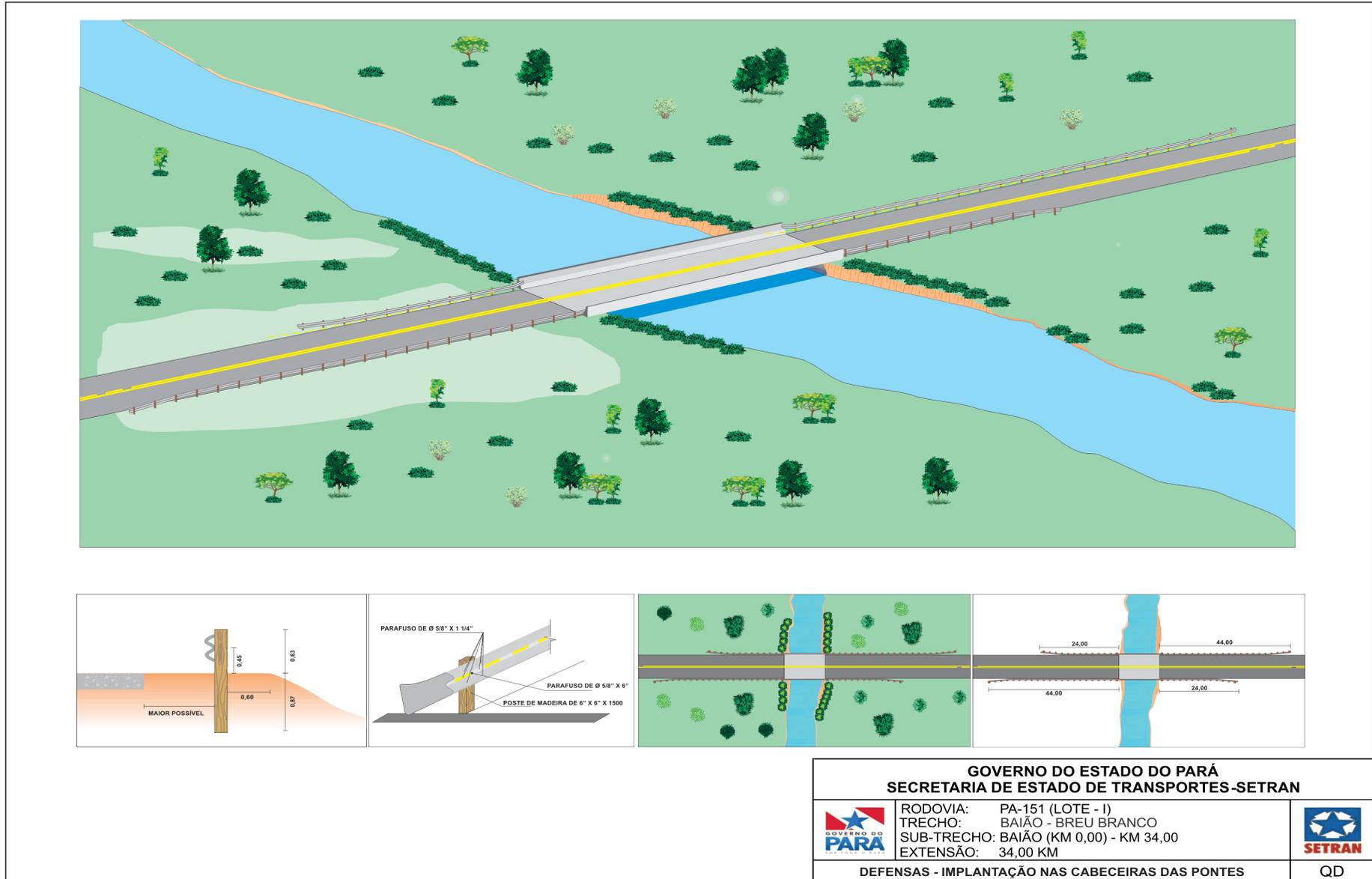


Figura 41 – Defensas metálicas – Implantação

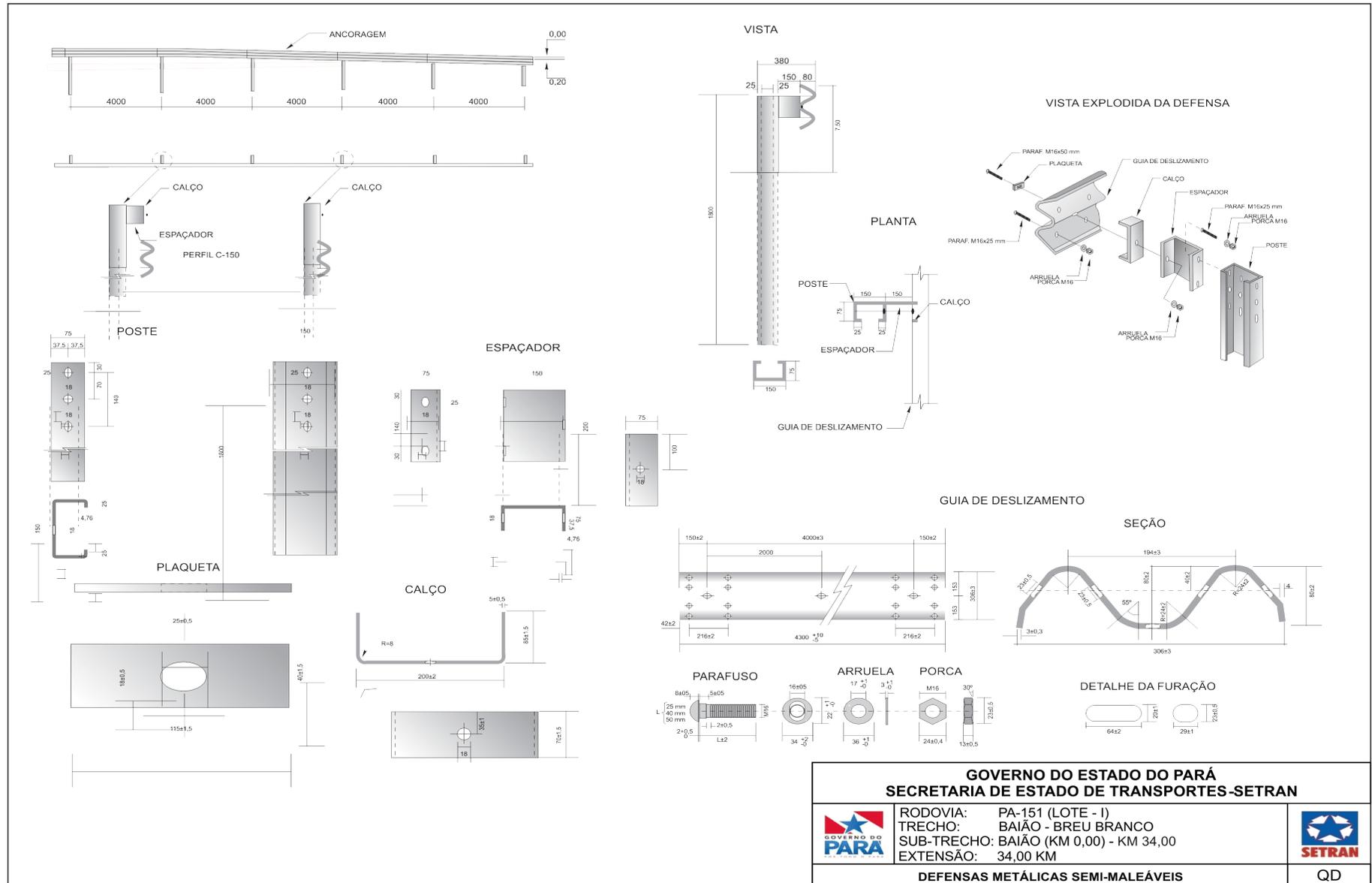


Figura 42 – Defensas Metálicas – Detalhamento

4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6.1 INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização foi elaborado de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, em vigor e, seguindo os princípios da engenharia de tráfego e trânsito preconizados pelos manuais do CONTRAN/DENATRAN, DNIT/IPR e BR-Legal.

O projeto visa à sinalização e segurança viária da rodovia PA-151, lote-I, com o início no final do perímetro urbano do município de Breu branco e final no Km 34,00 sentido Breu Branco, a velocidade diretriz do trecho é de 60 km/h

O projeto compõe-se basicamente dos seguintes itens:

- ✓ Sinalização Esquemática das Vias em Planta
- ✓ Detalhes da Sinalização Horizontal
- ✓ Detalhes da Sinalização Vertical
- ✓ Detalhes de dispositivos Auxiliares
- ✓ Resumo de quantidades da Sinalização

4.6.1.1 SINALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VIAS EM PLANTA

A sinalização das vias em planta compreende o lançamento esquemático das placas da sinalização vertical, das marcas longitudinais e dos demais dispositivos da sinalização horizontal, referenciados pelos eixos estaqueados das vias na escala de de 1:1.000 no trecho principal, de forma a facilitar a visualização e o entendimento do projeto.

4.6.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Compreende o conjunto de marcas, símbolos e legendas sobre o pavimento, que visa basicamente ordenar e canalizar os fluxos de tráfego nas vias.

Na sinalização horizontal serão utilizadas as cores branca e amarela. A tonalidade das cores utilizadas deve obedecer aos padrões e códigos constantes no quadro a seguir conforme Norma da ABNT:

Quadro 55 – Sinalização horizontal – tonalidade das cores

Cor	Padrão	Código
Branca	Munsell	N 9,5
Amarela	Munsell	10 YR 7,5/14

4.6.2.1 EMPREGO DA COR BRANCA

A cor branca deverá ser implantada nos seguintes locais:

- ✓ Linha das bordas da pista, delimitando a faixa de rolamento com largura 0,10m (LBO);
- ✓ Linha de continuidade com largura 0,10 m – 1,00 x 1,00 m (LCO);
- ✓ Linha de retenção com largura de 0,40m (LRE);
- ✓ Faixa de Travessia de Pedestre com largura de 0,40m e distância entre elas de 0,60 m (FTP);
- ✓ Linhas de canalização (LCA): São usadas para direcionar os fluxos veiculares em situações que provoquem alterações na trajetória natural, como interseções, rotatórias, ilhas e alteração na largura do acostamento, com largura de 0,10 m.
- ✓ Linhas de Zebrado (ZPA): São linhas diagonais posicionadas em função do sentido do fluxo, de tal forma a sempre conduzir o veículo para a pista trafegável, formando um ângulo α , igual ou próximo de 45° , com a linha de canalização que lhe é adjacente. Tem com largura de 0,40 m, espaçadas de 1,20 m, na cor branca ou na cor amarela, sempre de acordo com as linhas de canalização que delimitam a área zebrada.
- ✓ Linha de “Dê a preferência” (LDP): Usada para indicar o condutor o local limite em que deve parar o veículo, quando necessário, em local com o sinal vertical R-2, com largura de 0,40 m e intervalo entre traço de 0,50 m
- ✓ Inscrições no pavimento.
 -  Setas direcionais (PEM com 5,00 m e MOF);
 -  Legenda “PARE” com h=2,40m;

4.6.2.2 EMPREGO DA COR AMARELA

A cor amarela será utilizada nas linhas de divisão de fluxos opostos e em zebrados, conforme discriminado a seguir:

- ✓ Linha de divisão de fluxos opostos (LFO);
- ✓ Linha simples seccionada (LFO-2); com largura 0,10m, segmento de 3,00m de pintura e espaçados a cada 9,00m;

- ✓ Linha dupla contínua (LFO-3); com largura de 0,10m, separação entre elas de 0,10m;
- ✓ Linha dupla contínua/seccionada (LFO-4); a linha seccionada terá a proporção de 3,00 x 9,00m;

4.6.2.3 MATERIAL – MARCAS LONGITUDINAIS

A tinta para a sinalização horizontal deverá ser retrorrefletiva de acordo com a EM 276/2000, tinta para sinalização rodoviária à base de resina acrílica emulsionada em água, a aplicação será por máquinas apropriadas e deverá vir na consistência especificada, sem ser necessária à adição de outro qualquer aditivo.

No caso de adição de microesferas de vidro “premix”, podem ser adicionados, no máximo 5 % (cinco por cento) em volume de água potável, para acerto de viscosidade.

A espessura úmida de tinta a ser aplicada deve ser de 0,5 mm **com garantia de 36 meses**, a ser obtida de uma só passada das máquinas sobre o revestimento.

A tinta deve recobrir perfeitamente o revestimento e permitir a liberação do tráfego a partir de 30 minutos após a aplicação. As microesferas de vidro devem satisfazer à especificação de microesferas de vidro para sinalização horizontal rodoviária EM 373/2000.

Após a aplicação da tinta e microesferas deverá ser feita a avaliação da retrorrefletividade conforme padrões abaixo;

- A retrorrefletividade inicial mínima estabelecida para o Programa BR-Legal é de 250 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor branca e de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor amarela, verificada no campo para sinalização definitiva.
- A retrorrefletividade inicial mínima estabelecida para o Programa BR-Legal é de 150 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor branca e de 100 mcd.lx⁻¹.m⁻² para cor amarela, verificada no campo para sinalização definitiva de curta duração.

4.6.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Compreende a sinalização viária estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados à margem da via ou suspensos sobre ela, tem como finalidade: a

regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas, do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários.

A tonalidade das cores utilizadas nas placas projetadas deve obedecer aos padrões e códigos constantes no quadro a seguir:

Quadro 56 – Sinalização vertical – tonalidade das cores

Cor	Padrão	Código
Branca	Munsell	N 9,5
Preta	Munsell	N 0,5
Verde	Munsell	10 G 3/8
Azul	Munsell	5 PB 2/8
Amarela	Munsell	10 YR 7,5/14

A tonalidade de cada uma dessas cores encontra-se na Norma NBR 14.644:2016 – Sinalização vertical viária – Películas – Requisitos, que especifica as características mínimas para a qualificação e aceitação das películas utilizadas na sinalização.

Classificadas de acordo com suas funções, as placas são agrupadas da seguinte forma.

4.6.3.1 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

Têm por finalidade comunicar aos usuários as condições de obrigação, restrição, proibição ou permissão no uso da via. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

Os sinais (padrão) de forma circular tem diâmetro de 1,00 m, e os de forma octogonal, o lado tem 0,35 m, conforme o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT/IPR.

4.6.3.2 PLACAS DE ADVERTÊNCIA

Alertam aos usuários da rodovia para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

Para os sinais de forma quadrada (padrão), o lado do quadrado será igual a 1,00 m, conforme o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT/IPR.

4.6.3.3 PLACAS DE INDICAÇÃO

Têm como finalidade principal orientar os usuários da rodovia no curso de seus deslocamentos, fornecendo-lhes as informações necessárias das localizações, direções e sentidos a serem seguidos, bem como as informações quanto às distâncias a serem percorridas nos diversos segmentos do seu trajeto.

Estas placas indicativas (I) serão feitas através de palavras, números, setas, orla interna e tarja na cor branca, fundo e orla externa na cor verde e/ou azul. As dimensões das placas projetadas variam de largura e de altura de acordo com o texto, obedecendo a série “D” e “E” a altura do texto esta em função da velocidade regulamentada conforme o Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT/IPR, e de acordo com o CONTRAN.

As dimensões dos marcos quilométrico, rodovia de pista simples, serão iguais a 0,70 x 1,00 m, conforme o Manual de Sinalização Rodoviária, IPR-743, 3.ed. DNIT 2010.

4.6.3.4 MATERIAL DAS PLACAS

✓ **Substratos**

As placas de sinalização vertical deverão ser confeccionadas em chapa de aço zincadas nº16, em conformidade com a norma ABNT NBR 11904:2005. O verso das chapas será revestido com pintura eletrostática a pó (poliéster) ou tinta esmalte sintética sem brilho na cor preta de secagem a 140° C.

As placas acima de 1,0 m² deverão ser confeccionadas em ACM (chapa de alumínio composto) formada por duas lâminas de alumínio e um núcleo de polietileno conforme a ABNT 16179/2013, os versos das placas deverão ser em preto fosco.

✓ **Películas**

Todas as placas de sinalização deverão ser confeccionadas em materiais retrorrefletivo, atendendo a NBR 14644/2013 – Sinalização vertical – Película – Requisitos e ABNT 14891/2012 - Sinalização vertical viária - Placas. As placas terão películas com refletividade aplicada para o fundo, legendas e pictogramas do tipo III+III.

Todas as cores dos sinais deverão seguir o padrão Munsell.

✓ **Suporte de fixação das placas**

Deverão apresentar seção quadrada de 8 cm de lados, comprimento variável de acordo com as características do terreno. Os suportes devem ser confeccionados com madeira de eucalipto tratado, serrada, aparelhada e devidamente envolvida com material protetor hidrossolúvel. Os postes devem ser pintados com duas demãos, com tinta à base de borracha clorada ou esmalte sintético na cor branca.

O sistema de fixação, parafusos, arruelas, porcas e outros elementos metálicos devem ser galvanizados interna e externamente, com deposição de zinco mínima de 350 g/m², na espessura mínima de 50 micras, conforme NBR 7397.

4.6.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES

A sinalização auxiliar, através dos dispositivos auxiliares de percurso tem como finalidade básica orientar o percurso dos usuários, complementando a sua percepção ao se aproximarem de situações potenciais de risco e contribuindo para delas alertá-los.

São particularmente importantes em trajetos noturnos, ou com má visibilidade causada por condições adversas do tempo.

4.6.4.1 TACHAS

Neste projeto Serão utilizadas tachas refletivas com corpo em resina sintética com um pino, Tipo III, com refletivo com revestimento antiabrasivo (fase de vidro) - bidirecional brancas (espelho branco / vermelho) nos bordos e linhas de canalização, e bidirecionais na cor amarela (espelho amarelo / amarelo) nos eixos de sentidos opostos.

As tachas nos bordos deverão ser implantadas junto a linha de bordo e canalização deslocado para o lado externo em cerca de 0,05 m de forma a propiciar futuras intervenções na demarcação. Os detalhes para colocação das tachas estão apresentados no volume 02 – projeto básico de execução:

4.6.5 SINALIZAÇÃO DE OBRAS

A sinalização de obras é realizada através de placas verticais temporária de advertência, regulamentação e indicação como também de dispositivos de canalização e segurança, com o objetivo de advertir os usuários sobre as condições do tráfego na via onde há ocorrência de obras.

O trecho terá intervenção para recuperação do pavimento da pista de rolamento e acostamento, com isso deverá ser necessário bloqueio de meia pista com circulação alternada pista única. Por questão de segurança a velocidade nestes trechos em obras será reduzida.

As dimensões dos sinais de regulamentação de forma circular (padrão) terão diâmetro de 1,00 m, conforme o manual de sinalização de obras e emergência em rodovias-DNIT.2010

As dimensões dos sinais de advertência de forma quadrada (padrão) o lado do quadrado será igual a 1,00 m, conforme o manual de sinalização de obras e emergência em rodovias-DNIT.2010.

As dimensões das placas indicativa de obras variam de largura e de altura de acordo com o texto, apresentada no volume II, obedecendo a série “D”, conforme o manual de sinalização de obras e emergência em rodovias-DNIT.2010.

4.6.6 APRESENTAÇÃO

O Projeto de Sinalização está apresentado no Volume 2 – Projeto Básico de Execução, contendo desenhos e instruções recomendadas para execução dos diversos serviços utilizados, tais como:

- ✓ Desenhos contendo os sinais de indicação, específicos para esta rodovia;
- ✓ Desenho contendo os sinais-tipo, que são uma reprodução dos sinais de regulamentação e advertência contidos no Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT;
- ✓ Desenhos contendo os detalhes das letras, números e símbolos utilizados dos sinais verticais;
- ✓ Desenho contendo os detalhes das setas utilizadas nos sinais verticais;
- ✓ Desenhos contendo os detalhes para colocação dos sinais verticais;
- ✓ Desenhos contendo os detalhes para execução das marcações no pavimento;
- ✓ Desenho contendo os detalhes para execução das tachas;
- ✓ Desenhos contendo os detalhes para execução da sinalização de obras.

Finalizando, são apresentados quadros contendo:

- ✓ O resumo das quantidades dos diversos serviços de sinalização utilizados no projeto

A seguir apresenta-se o resumo de sinalização.

Quadro 57 – Resumo de Sinalização

TIPO	ESPECIFICAÇÃO		UNID.	QUANT.	
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	APLICAÇÃO MECÂNICA (FAIXAS)	PINTURA BRANCA	m ²	6.800,00	
		PINTURA AMARELA	m ²	2.929,91	
	APLICAÇÃO MANUAL (SETAS, LEGENDAS)	PINTURA BRANCA	m ²	-	
		PINTURA AMARELA	m ²	-	
	TACHA REFLETIVA TIPO III, COM UMPINO, BIDIRECIONAL	BRANCA	und	9.662,00	
		AMARELA	und	3.367,00	
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	OCTOGONAL	R-1	L= 0,331	-
		TRIANGULAR	R-2	L= 1,00	-
		CIRCULAR	R-7	Ø= 1.00	75
			R-19.4	Ø= 1.00	4
			R-19.6	Ø= 1.00	9
			R-24b	Ø= 1.00	-
	PLACAS DE ADVERTÊNCIA	QUADRADA	A-2a	1.00 x 1.00	35
			A-2b	1.00 x 1.00	35
			A-3a	1.00 x 1.00	-
			A-4a	1.00 x 1.00	3
			A-4b	1.00 x 1.00	3
			A-7a	1.00 x 1.00	-
	PLACAS INDICATIVAS	RETANGULAR	I-201	2,00 x 1,00	-
			I-202	2,00 x 1,00	-
			I-203	2,00 x 1,00	-
			I-204	2,00 x 1,00	-
	PLACAS EDUCATIVAS	RETANGULAR	E-110	2,00 x 1,00	7
			E-120	2,00 x 1,00	4
			E-130	2,00 x 1,00	4
	MARCO QUILOMÉTRICO	RETANGULAR	MQ	0.70 x 1.00	34
MARCO RODOVIÁRIO - ESTADUAL	RETANGULAR	I-102	0.60 x 0.865	-	
MARCADORES DE OBSTÁCULOS	RETANGULAR	MP-01	0.30 x 0.90	6	
	RETANGULAR	MP-02	0.30 x 0.90	6	
	RETANGULAR	MP-03	0.30 x 0.90	-	
DELINEADOR (MARCADOR DE ALINHAMENTO)	RETANGULAR	MA	0.50 x 0.60	415	
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 RODOVIA: PA-151 TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) LOTE I: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM			
		RESUMO DE SINALIZAÇÃO		QD	

5 QUADROS DE QUANTIDADES

Quadro 58 – Quadro de Quantidades

QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES			
ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANT.
I	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Mobilização e desmobilização	und	1,00
1.2	Instalação de canteiro	m ²	364,00
1.3	Administração local	und	1,00
1.4	Placa da obra	m ²	64,00
II	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO		
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m ²	679.400,00
2.2	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	und	2.718,00
2.3	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m	und	1.359,00
2.4	Roçada Manual	hac	0,65
2.5	Escavação, carga e transporte de solos moles - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m ³	m ³	3.542,40
2.6	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial	m ³	3.542,40
III	SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM		
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	17.690,25
3.2	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	3.624,00
3.3	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	20.628,00
3.4	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	-
3.5	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	13.644,00
3.6	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	25.860,00
3.7	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	7.560,00
3.8	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	13.656,00
3.9	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	1.056,00
3.10	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	8.160,00
3.11	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	18.769,50
3.12	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	45.912,00
3.13	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 3.000 a 5.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	17.316,00
3.14	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m ³	149.135,19
IV	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO		
4.1	Regularização do Sub Leito	m ²	407.640,00
4.2	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT= 10,69 Km)	m ³	79.489,80
4.3	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT= 14,79 Km)	m ³	75.413,40
4.4	Imprimação com asfalto diluído	m ²	339.700,00
4.5	Pintura de ligação	m ²	340.000,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais	t	35.897,52
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
		RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km	
QUADRO DE QUANTIDADES			QD

QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES			
ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANT.
V	SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE		
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m³	1.021,15
5.2	Reatero e compactação com soquete vibratório	m³	661,66
5.3	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	56,00
5.4	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	42,00
5.5	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	60,00
5.6	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	17,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,20 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	16,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	8,00
5.9	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	6,00
5.10	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	8,00
5.11	Boca de BTTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	2,00
5.12	Boca de BTTC D = 1,20 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	2,00
VI	SERVIÇOS DE DRENAGEM		
6.1	Sarjeta triangular de concreto - STC 02 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	3.520,00
6.2	Dissipador de energia - DES 02 - areia e pedra de mão comerciais	und	22,00
6.3	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira	m	10.010,00
6.4	Entrada para descida d'água - EDA 01 - areia e brita comerciais	und	124,00
6.5	Entrada para descida d'água - EDA 02 - areia e brita comerciais	und	74,00
6.6	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 02 - areia e brita comerciais	m	592,00
6.7	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, brita e pedra de mão comerciais	und	198,00
6.8	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 07 - tubo de concreto perfurado e brita comercial	m	730,00
6.9	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 01 - tubo de concreto perfurado - areia e brita	und	6,00
6.10	Valeta de proteção de aterros com revestimento vegetal - VPA 01 - escavação mecânica	m	5.810,00
VII	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL		
7.1	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm	m²	9.729,91
7.2	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	und	13.029,00
VIII	SINALIZAÇÃO VERTICAL		
8.1	Placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	und	88,00
8.2	Placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	und	76,00
8.3	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação	und	15,00
8.4	Placa delineador em aço - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação	und	12,00
8.5	Placa delineador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação	und	415,00
8.6	Placa de marco quilométrico em aço - 0,70 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + III - fornecimento e implantação	und	34,00
IX	OBRAS COMPLEMENTARES		
9.1	Reabilitação ambiental das áreas de jazidas, emp. e acampamento	m²	100.000,00
9.2	Revestimento vegetal dos taludes de aterro	m²	126.034,00
9.3	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação	m	408,00
9.4	Calçada (incl.alicerce, baldrame e concreto c/ junta seca)	m²	5.280,00
X	PROJETO		
10.1	Detalhamento de projeto	Km	34,00
XI	MEIO AMBIENTE		
11.1	Licenciamento ambiental	und	1,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
			
		RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km	
		QUADRO DE QUANTIDADES	QD

Quadro 59 – Quadro de Quantidades – Serviços preliminares

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
I	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Mobilização e desmobilização			und	1,00
1.2	Instalação de canteiro			m ²	364,00
1.3	Administração local			und	1,00
1.4	Placa da obra			m ²	64,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ <small>PARÁ TODOS O PARÁ</small>	RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		 SETRAN
SERVIÇOS PRELIMINARES					QD

Quadro 60 – Quadro de Quantidades – Serviços de conservação

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
II	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO				
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m			m ²	679.400,00
2.2	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m			und	2.717,60
2.3	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m			und	1.358,80
2.4	Roçada Manual			ha	0,65
2.5	Escavação, carga e transporte de solos moles - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m ³			m ³	3.542,40
2.6	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial			m ³	3.542,40
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO					QD

Quadro 61 – Quadro de Quantidades – Serviços de terraplenagem

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
III	SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM				
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	17.690,25
3.2	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	3.624,00
3.3	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	20.628,00
3.4	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	0,00
3.5	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	13.644,00
3.6	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	25.860,00
3.7	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	7.560,00
3.8	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	13.656,00
3.9	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	1.056,00
3.10	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	8.160,00
3.11	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	18.769,50
3.12	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	45.912,00
3.13	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 3.000 a 5.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de			m³	17.316,00
3.14	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal			m³	149.135,19
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
		SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM			QD

Quadro 62 – Quadro de Quantidades – Serviços de pavimentação

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
IV	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO				
4.1	Regularização do Sub Leito			m ²	407.640,00
4.2	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT= 10,69 Km)			m ³	79.489,80
4.3	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT= 14,79 Km)			m ³	75.413,40
4.4	Imprimação com asfalto diluído			m ²	339.700,00
4.5	Pintura de ligação			m ²	340.000,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais			t	35.897,52
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
		SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO			QD

Quadro 63 – Quadro de Quantidades – Serviços de OAC

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
V	SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE				
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria			m³	1.021,15
5.2	Reaterro e compactação com soquete vibratório			m³	661,66
5.3	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	56,00
5.4	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	42,00
5.5	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	60,00
5.6	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	17,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,20 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	16,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	8,00
5.9	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	6,00
5.10	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	8,00
5.11	Boca de BTTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	2,00
5.12	Boca de BTTC D = 1,20 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	2,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ PARÁ POR TODO O PARÁ	RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		 SETRAN
SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE					QD

Quadro 64 – Quadro de Quantidades – Serviços de drenagem

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VI	SERVIÇOS DE DRENAGEM				
6.1	Sarjeta triangular de concreto - STC 02 - escavação mecânica - areia e brita comerciais			m	3.520,00
6.2	Dissipador de energia - DES 02 - areia e pedra de mão comerciais			und	22,00
6.3	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e brita comerciais - fôrma de madeira			m	10.010,00
6.4	Entrada para descida d'água - EDA 01 - areia e brita comerciais			und	124,00
6.5	Entrada para descida d'água - EDA 02 - areia e brita comerciais			und	74,00
6.6	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 02 - areia e brita comerciais			m	592,00
6.7	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, brita e pedra de mão comerciais			und	198,00
6.8	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 07 - tubo de concreto			m	730,00
6.9	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 01 - tubo de concreto			und	6,00
6.10	Valeta de proteção de aterros com revestimento vegetal - VPA 01 - escavação			m	5.810,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
		SERVIÇOS DE DRENAGEM			QD

Quadro 65 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização horizontal

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VII	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
7.1	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm			m ²	9.729,91
7.2	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação			und	13.029,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL					QD

Quadro 66 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização vertical

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VIII	SINALIZAÇÃO VERTICAL				
8.1	Placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	88,00
8.2	Placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	76,00
8.3	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação			und	15,00
8.4	Placa delineador em aço - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	12,00
8.5	Placa delineador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	415,00
8.6	Placa de marco quilométrico em aço - 0,70 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + III - fornecimento e implantação			und	34,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ POR TODO O PARÁ	RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		 SETRAN
		SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL			QD

Quadro 67 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras complementares

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
IX	OBRAS COMPLEMENTARES				
9.1	Reabilitação ambiental das áreas de jazidas, emp. e acampamento			m ²	100.000,00
9.2	Revestimento vegetal dos taludes de aterro			m ²	126.034,00
9.3	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação			m	408,00
9.4	Calçada (incl.alicerce, baldrame e concreto c/ junta seca)			m ²	5.280,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES					QD

Quadro 68 – Quadro de Quantidades –detalhamento do projeto

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
X	PROJETO				
10.1	Detalhamento de projeto			Km	34,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
DETALHAMENTO DO PROJETO					QD

Quadro 69 – Quadro de Quantidades – Serviços de proteção ambiental

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
XI	MEIO AMBIENTE				
11.1	Licenciamento ambiental			und	1,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km		
		SERVIÇOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL			QD

7 CRONOGRAMA FÍSICO

Quadro 71 – Cronograma físico da obra

RODOVIA PA - 151 (TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO / SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 - LOTE-I)																									
ITEM	SERVIÇOS	MESES																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	MOBILIZ / DESMOB / CANTEIRO	█	█	█																					█
2	CONSERVAÇÃO			█	█	█	█																		
3	TERRAPLENAGEM			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
4	DRENAGEM																				█	█	█	█	█
5	OBRAS DE ARTE CORRENTE	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
6	PAVIMENTAÇÃO							█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
7	SINALIZAÇÃO																							█	█
8	OBRAS COMPLEMENTARES																					█	█	█	█
9	MEIO AMBIENTE																					█	█	█	█
												<p>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p> <p>RODOVIA: PA-151 (LOTE - I) TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO SUB-TRECHO: BAIÃO (KM 0,00) - KM 34,00 EXTENSÃO: 34,00 km</p> <p> </p> <p>CRONOGRAMA FÍSICO QD</p>													

8 DISTÂNCIA DE TRANSPORTES

Quadro 72 – Resumo DMT

RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE										
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT - km)			TRANSPORTE COMERCIAL (DMT - km)			OBSERVAÇÕES
		ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL	
Sub-base de solo sem mistura	Solo	Jazidas	Pista	10,69		10,69	-	-	-	
Base de solo sem mistura	Solo	Jazidas	Pista	14,79		14,79	-	-	-	
Imprimação	CM-30	Belém	Usina	-	-		-	265,00	265,00	
		Inst. Industrial	Pista	-	17,00	17,00	-	-	-	
Pintura de Ligação	RR-2C	Belém	Usina	-	-		-	265,00	265,00	
		Inst. Industrial	Pista	-	17,00	17,00	-	-	-	
CBUQ	CAP-20	Belém	Usina	-	-	-	-	265,00	265,00	
	Filler	Abaetetuba	Usina	-	-	-	-	174,00	174,00	
	Areia	Areal	Usina	-	20,00	20,00	-	-	-	
	Seixo	Ourém	Usina	-	-	-	-	448,00	448,00	
	Mistura	Usina	Pista	-	17,00	17,00	-	-	-	
Drenagem e OAC	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Abaetetuba	Inst. Industrial	-	-	-	-	174,00	174,00	
	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Inst. Industrial	Pista	17,00	-	17,00	-	-	-	
	Areia	Areal	Pista	17,00	20,00	37,00	-	-	-	
	Seixo	Ourém	Pista			0,00	17,00	448,00	465,00	
						<p align="center">GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p>  <p>RODOVIA: PA-151 TRECHO: BAIÃO - BREU BRANCO (ENT. PA-263) LOTE I: BAIÃO (Km 0,0) - Km 34,0 EXTENSÃO: 34,0 KM</p> 				
						QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIA DE TRANSPORTES				QD

9 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

As Especificações Gerais do DNIT a serem a dotadas neste projeto são as seguintes:

9.1.1 TERRAPLENAGEM

- ✓ Serviços preliminares (Terraplenagem) DNIT 105/2009-ES
- ✓ Cortes DNIT 106/2009-ES
- ✓ Empréstimos DNIT 107/2009-ES
- ✓ Aterros DNIT 108/2009-ES

9.1.2 DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE

- ✓ Bueiros Tubulares de concreto DNIT 023/2006-ES
- ✓ Meios-fios e guias DNIT 020/2006-ES
- ✓ Entradas e descidas d'água DNIT 021/2004-ES
- ✓ Dissipador de energia DNIT 022/2006-ES

9.1.3 PAVIMENTAÇÃO

- ✓ Regularização do subleito DNIT 137/2010-ES
- ✓ Sub-base estabilizada granulometricamente DNIT 139/2010-ES
- ✓ Base estabilizada granulometricamente DNIT 141/2010-ES
- ✓ Imprimação com ligante asfáltico DNIT 144/2012-ES
- ✓ Concreto Asfáltico DNIT 031/2006-ES
- ✓ Pintura de Ligação com ligante asfáltico DNIT 145/2012-ES
- ✓ Acostamentos DNIT 151/2010-ES

9.1.4 OBRAS COMPLEMENTARES

- ✓ Sinalização Horizontal DNIT 100/2009-ES
- ✓ Sinalização Vertical DNIT 100/2009-ES

9.1.5 PROTEÇÃO AMBIENTAL

- ✓ Proteção de corpo estradal – Proteção Vegetal DNIT 102/2009-ES

9.1.6 MATERIAIS

- ✓ Compressão axial de corpos de prova cilíndricos DNER-ME 201/94
- ✓ Moldagem e Cura de corpos de prova cilíndricos DNER-ME 202/94
- ✓ Solos – Determinação do teor de Umidade DNER-ME 213/94

- | | |
|--|----------------|
| ✓ Peneiras para análise granulométrica de solos | DNER-EM-35/70 |
| ✓ Agregado graúdo para concreto de cimento | DNER-EM-37/71 |
| ✓ Agregado miúdo para concreto de cimento | DNER-EM-37/71 |
| ✓ Asfalto diluído tipo cura média | DNER-EM 363/97 |
| ✓ Material de enchimento para misturas betuminosas | DNER-EM 367/97 |
| ✓ Emulsões asfáltica catiônicas | DNER-EM 369/97 |

10 REFERÊNCIA

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 723, 2006.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Sinalização Rodoviária**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 743, 2010.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 742, 2010.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 719, 2006.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 715, 2005.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (escopos básicos/instruções de serviço)**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 726, 2006.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (instruções para apresentação de relatórios)**. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 727, 2006.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Única. ed. Rio de Janeiro: Publicação IPR - 740, v. Único, 2010.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Manual de Projetos Geométricos de Rodovias Rurais**. 1ª Edição. ed. Rio de Janeiro: Editora própria, v. Único, 1999.

BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM (DNER). **Normas Suecas para projeto geométrico de estradas de rodagem**. Rio de Janeiro: IPR, 1975.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO A Policy Geometric Design of Highways and Streets**. 6th. ed. Washington, D.C.: [s.n.], 2011.

11 TERMO DE ENCERRAMENTO

O **Volume 01 – Relatório do Projeto** de Elaboração do Projeto Básico de Engenharia Para Construção e Pavimentação da Rodovia PA-151, Lote-I, Trecho: Baião – Breu Branco (Entronc. PA-263), Sub-trecho: Km 0,00 – Km 34,00, com extensão de 34,00 km, na região de integração do Lago de Tucuruí e Tocantins, sob jurisdição do 4º núcleo regional, possui 159 páginas enumeradas sequencialmente.

Ananindeua/PA, 31 de Março de 2023