



**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-396  
**TRECHO:** ENTRONCAMENTO PA-154 – PONTA DE PEDRAS  
**SUB-TRECHO:** RIO FÁBRICA – PONTA DE PEDRAS  
**LOTE:** III  
**EXTENSÃO:** 22,00 km

**VOLUME 1**  
**RELATÓRIO DO PROJETO**



**Setembro/2023**



**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-396  
**TRECHO:** ENTRONCAMENTO PA-154 – PONTA DE PEDRAS  
**SUB-TRECHO:** RIO FÁBRICA – PONTA DE PEDRAS  
**LOTE:** III  
**EXTENSÃO:** 22,00 km

**VOLUME 1**  
**RELATÓRIO DO PROJETO**



**Setembro/2023**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>MAPA DE SITUAÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDOS REALIZADOS</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>ESTUDOS DE TRÁFEGO</b>	<b>12</b>
3.1.1	LOCALIZAÇÃO DO POSTO DE CONTAGEM	12
3.1.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO	12
3.1.3	PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA	15
3.1.4	METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	15
3.1.5	RESULTADOS DAS CONTAGENS	16
3.1.6	CÁLCULO DO NÚMERO N	19
3.1.6.1	DETERM. DO Nº EQUIV. DE APLICAÇÕES DO EIXO PADRÃO “N”	19
3.1.6.2	METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO NÚMERO “N”	20
3.1.6.3	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO (FV)	21
3.1.6.4	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EIXO (FE)	21
3.1.6.5	DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CARGA (FC)	22
3.1.6.6	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	27
3.1.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTE ESTUDO	29
<b>3.2</b>	<b>ESTUDOS TOPOGRÁFICOS</b>	<b>30</b>
3.2.1	IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE TOPOGRÁFICA BÁSICA	30
3.2.2	LOCAÇÃO E AMARRAÇÃO DO EIXO	31
3.2.3	LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS	31
3.2.4	LANÇAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO	32
3.2.5	NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO	32
3.2.6	LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO	33
3.2.7	DESAPROPRIAÇÃO	33
3.2.8	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	33
<b>3.3</b>	<b>ESTUDOS GEOTÉCNICOS</b>	<b>34</b>
3.3.1	ESTUDO DO SUBLEITO	34
3.3.2	ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS	35
3.3.3	EMPRÉSTIMO	35

3.3.4	JAZIDAS.....	36
3.3.5	AREAIS .....	37
3.3.6	PEDREIRAS.....	37
<b>3.4</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....</b>	<b>39</b>
3.4.1	DADOS E FONTES CONSULTADAS .....	40
3.4.2	COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS HIDROLÓGICOS.....	40
3.4.3	CÁLCULOS DE DESCARGAS.....	42
3.4.4	MÉTODO RACIONAL .....	42
<b>4</b>	<b>PROJETOS.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>PROJETO GEOMÉTRICO.....</b>	<b>44</b>
4.1.1	VALORES BÁSICOS DE PROJETO .....	44
4.1.2	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA .....	45
4.1.3	PROJETO EM PLANTA E PERFIL .....	45
4.1.4	RESULTADOS OBTIDOS .....	46
<b>4.2</b>	<b>PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>48</b>
4.2.1	ELEMENTOS BÁSICOS .....	48
4.2.2	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	48
4.2.3	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS.....	48
4.2.4	CAMADA FINAL DO ATERRO E ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM.....	49
4.2.5	RESULTADOS OBTIDOS .....	49
<b>4.3</b>	<b>PROJETO DE DRENAGEM E OAC .....</b>	<b>55</b>
4.3.1	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM.....	55
4.3.2	CRITÉRIOS ADOTADOS.....	56
4.3.3	SARJETAS DE CORTE .....	57
4.3.4	MEIOS-FIOS OU BANQUETAS.....	62
4.3.5	OBRAS DE ARTE CORRENTES.....	73
4.3.6	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS COMO CANAL .....	73
<b>4.4</b>	<b>PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>80</b>
4.4.1	CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS .....	80
4.4.2	ESTRUTURA DO PAVIMENTO .....	80
4.4.3	CONSIDERAÇÕES DO NÚMERO “N” .....	81
4.4.4	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO .....	83

4.4.4.1.1	ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO .....	86
4.4.4.1.2	DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS HM, H20 E HN .....	86
4.4.4.1.3	ESPESSURA DA CAMADA DE BASE .....	87
4.4.4.1.4	ESPESSURA DA CAMADA DE SUB-BASE.....	88
4.4.5	RESUMO DO DIMENSIONAMENTO.....	90
4.4.6	ESQUEMA LINEAR DE PAVIMENTAÇÃO .....	92
<b>5</b>	<b>PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>101</b>
<b>5.1</b>	<b>PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....</b>	<b>107</b>
5.1.1	INTRODUÇÃO .....	107
5.1.1.1	SINALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VIAS EM PLANTA.....	107
5.1.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	107
5.1.2.1	EMPREGO DA COR BRANCA.....	107
5.1.2.2	EMPREGO DA COR AMARELA.....	108
5.1.2.3	MATERIAL – MARCAS LONGITUDINAIS .....	109
5.1.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL .....	109
5.1.3.1	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO .....	110
5.1.3.2	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	110
5.1.3.3	PLACAS DE INDICAÇÃO .....	110
5.1.3.4	MATERIAL DAS PLACAS.....	111
5.1.4	DISPOSITIVOS AUXILIARES .....	112
5.1.4.1	TACHAS.....	112
5.1.5	SINALIZAÇÃO DE OBRAS .....	112
5.1.6	APRESENTAÇÃO.....	113
<b>6</b>	<b>QUADROS DE QUANTIDADES.....</b>	<b>116</b>
<b>7</b>	<b>CONSUMO DE MATERIAIS .....</b>	<b>129</b>
<b>8</b>	<b>CRONOGRAMA FÍSICO.....</b>	<b>130</b>
<b>9</b>	<b>DISTÂNCIA DE TRANSPORTES.....</b>	<b>131</b>
<b>10</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>132</b>
10.1	TERRAPLENAGEM.....	132
10.2	DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE .....	132
10.3	PAVIMENTAÇÃO.....	132
10.4	OBRAS COMPLEMENTARES.....	132
10.5	PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	132

10.6 MATERIAIS..... 132

**11 REFERÊNCIA ..... 134**

**12 TERMO DE ENCERRAMENTO ..... 135**

EM 25/09/2023 15:51 (Hora Local) - Aut. Assinatura: 0588EBB2D7AEC8E.8D1A440C46250647.87CE33EAAA4C5A44.30A1237C3DDDEE4B0  
ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei 11.419/2006)

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Situação .....	11
Figura 2 - Contadores mecânicos e Ficha de contagens. ....	15
Figura 3 - Composição da Frota.....	19
Figura 4 - Fluxo horário – 3 dias.....	19
Figura 5 - Localização da Jazida 01 .....	36
Figura 6 - Localização da Jazida 02.....	37
Figura 7 - Classificação climática da área do empreendimento .....	41
Figura 8 - Seção tipo do projeto geométrico.....	47
Figura 9 - Seção do projeto de terraplenagem .....	50
Figura 10 - Gráfico de localização dos empréstimos.....	51
Figura 11 - Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02.....	61
Figura 12 - Meio fio de concreto – MFC-03.....	66
Figura 13 - Entrada para descida d'água .....	67
Figura 14 - Descida d'água de aterro tipo rápido .....	68
Figura 15 – Dissipadores de energia.....	69
Figura 16 - Dreno Longitudinal .....	71
Figura 17 - Dreno Longitudinal - Detalhamentos.....	72
Figura 18 - Seção transversal de bueiro.....	75
Figura 19 - Berços e dentes para assentamento de bueiros.....	76
Figura 20 - BSTC bocas normais e esconsas .....	77
Figura 21 - BDTC bocas normais e esconsas .....	78
Figura 22 - BTTC bocas normais e esconsas .....	79
Figura 23 - Ábaco de Dimensionamento do DNIT, 2006.....	84
Figura 24 - Simbologia das camadas do pavimento DNIT, 2006. ....	86
Figura 25 - Linear da Pista de rolamento .....	92
Figura 26 - Linear de Acostamento .....	92
Figura 27 - Seção tipo de Pavimentação.....	93
Figura 28 - Gráfico linear dos materiais de pavimentação .....	94
Figura 29 - Proteção ambiental .....	104
Figura 30 - Recuperação de jazidas.....	105
Figura 31 - Proteção vegetal .....	106

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Apresentação dos Estudos e Projetos. ....	9
Quadro 2 - Classificação de veículos .....	12
Quadro 3 - Posto de contagem volumétrica (CV) – 3 dias – 24 horas .....	15
Quadro 4 - Resumo das contagens.....	17
Quadro 5 - Volume Médio Diário Comercial.....	18
Quadro 6 - Volume Médio Diário Total .....	18
Quadro 7 - Resumo da Pesquisa por Classe .....	18
Quadro 8 - Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto.....	21
Quadro 9 - Carga máxima (lei da balança).....	22
Quadro 10 - Fatores de equivalência de carga da AASHTO.....	22
Quadro 11 - Fatores de equivalência de carga do USACE.....	22
Quadro 12 - Valores de ESALF para diferentes eixos.....	23
Quadro 13 - Fatores de carga resultantes.....	23
Quadro 14 - Fatores de Carga e Veículo.....	26
Quadro 15 - Determinação do “N” .....	28
Quadro 16 - Coordenadas geográficas dos empréstimos.....	35
Quadro 17 - Coordenadas geográficas das jazidas .....	36
Quadro 18 - Coordenadas geográficas da Pedreira .....	37
Quadro 19 - Valores Básicos de Projetos.....	45
Quadro 20 - Dimensões da Rodovia em execução .....	45
Quadro 21 - Resumo de Material de Terraplenagem .....	52
Quadro 22 - Limpeza manual e mecanizada da faixa de construção.....	53
Quadro 23 - Remoção de material de baixa capacidade de suporte.....	54
Quadro 24 - Drenagem superficial – Sarjeta triangular de Concreto.....	60
Quadro 25 - Comprimento Crítico das banquetas .....	63
Quadro 26 - Drenagem superficial – Meio fio de concreto .....	65
Quadro 27 - Drenos subterrâneos.....	70
Quadro 28 - Cadastro de bueiros .....	74
Quadro 29 - Caract. mínimas dos materiais das camadas de pavimentação.....	81
Quadro 30 - Valores para “N” .....	81
Quadro 31 - Espessura mínima de revestimento em função do “N” .....	82
Quadro 32 - Análise em função de “N” .....	82
Quadro 33 - Coeficientes Estruturais para os Materiais.....	85
Quadro 34 - Resumo do Dimensionamento Pista de rolamento .....	90
Quadro 35 - Resumo do Dimensionamento Acostamento .....	91
Quadro 36 - Regularização do subleito .....	95
Quadro 37 - Sub-base estabilizada granulometricamente.....	96
Quadro 38 - Base estabilizada granulometricamente com mistura .....	97
Quadro 39 - Imprimação.....	98
Quadro 40 - Pintura de Ligação .....	99
Quadro 41 – CBUQ.....	100



Quadro 42 - Reabilitação Ambiental.....	102
Quadro 43 - Revestimento Vegetal nos Taludes de Aterro .....	103
Quadro 44 - Sinalização horizontal – tonalidade das cores.....	107
Quadro 45 - Sinalização vertical – tonalidade das cores.....	110
Quadro 46 - Resumo de Sinalização.....	115
Quadro 47 - Quadro de Quantidades .....	116
Quadro 48 - Quadro de Quantidades – Serviços Preliminares.....	118
Quadro 49 - Quadro de Quantidades – Serviços de	
Quadro 50 - Quadro de Quantidades – Serviços de Terraplenagem .....	120
Quadro 51 - Quadro de Quantidades – Serviços de Pavimentação.....	121
Quadro 52 - Quadro de Quantidades – Drenagem e Obras de Arte Corrente .....	122
Quadro 53 - Quadro de Quantidades – Serviços de Drenagem.....	123
Quadro 54 - Quadro de Quantidades – Serviços de Sinalização Horizontal .....	124
Quadro 55 - Quadro de Quantidades – Serviços de Sinalização Vertical .....	125
Quadro 56 - Quadro de Quantidades – Obras Complementares .....	126
Quadro 57 - Quadro de Quantidades – Detalhamento do Projeto.....	127
Quadro 58 - Quadro de Quantidades – Proteção Ambiental .....	128
Quadro 59 - Consumo de Materiais .....	129
Quadro 60 - Cronograma físico da obra.....	130
Quadro 61 - Resumo DMT .....	131

## 1 APRESENTAÇÃO

A **Secretaria de Estado de Transportes - SETRAN**, CNPJ 04.953.717/0004-51, com sede na Av. Almirante Barroso, nº 3639, Bairro: Souza, CEP: 66613-907, Belém/PA, Fone: (91) 4009-3801, apresenta o relatório do projeto básico de engenharia para Construção e Pavimentação da Rodovia PA-396, trecho: Entroncamento PA-154 – Ponta de Pedras, Sub-trecho: Rio Fábrica – Ponta de Pedras, Lote III, com extensão de 22,00 km, elaborado pela subcontratada Geográfica Engenharia Ltda, empresa inscrita no CNPJ 09.445.227/0001-15, com sede na Rua Ricardo Borges, 1054, Guanabara, Ananindeua-Pará.

O Projeto Básico de Engenharia para Construção e Pavimentação da Rodovia é apresentado nos volumes a seguir discriminados

**Quadro 1 - Apresentação dos Estudos e Projetos.**

VOLUMES / ANEXOS	DISCRIMINAÇÃO	FORMATO
VOLUME 01	RELATÓRIO DO PROJETO	A4
VOLUME 02	PROJETO EXECUTIVO	A3

Fonte: Elaboração Própria

### Volume 01 - 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 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 a executar, objeto deste relatório.**

### Volume 02 – Projeto de Execução - Tamanho A-3.

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

- Mapa de Situação;
- Projeto Geométrico;
- Principais Pontos de Passagem;

- Esquema Linear Geométrico da Rodovia em Planta e Perfil;
- Gráfico de Localização das Jazidas;
- Distribuição de Material de Pavimentação;
- Seções Tipo: Geométrico, Pavimentação e Terraplenagem;
- Esquema Linear da Sinalização.

## 2 MAPA DE SITUAÇÃO

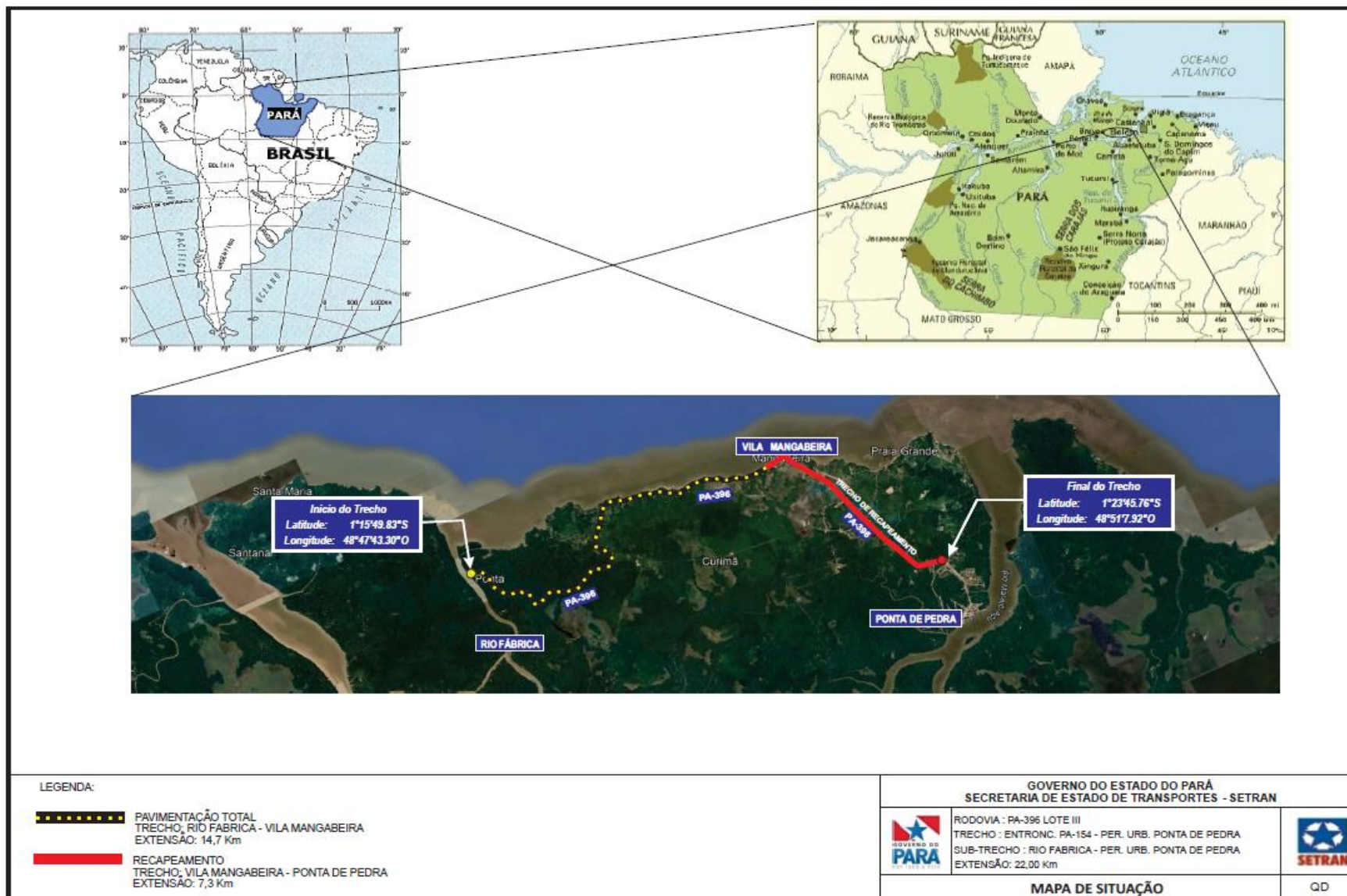


Figura 1 - Mapa de Situação

### 3 ESTUDOS REALIZADOS

#### 3.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

##### 3.1.1 Localização do posto de contagem


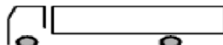

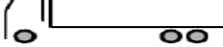
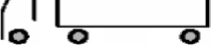


Para efeito de dados confiáveis que possam mensurar os estudos de tráfego para a região do empreendimento será utilizado os dados do posto de Contagem de Tráfego localizado no Perímetro Urbano de Ponta de Pedras, nas proximidades das Coordenadas UTM Zona 22M, 738979m E; 9845580m S, que possa determinar a quantidade de veículos que transitam na região e desta forma dimensionar a estrutura do pavimento através do número “N”.

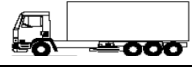

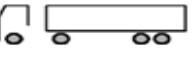

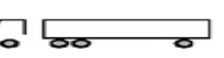

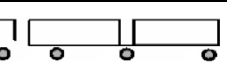

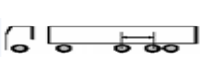
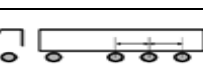
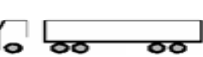
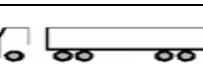
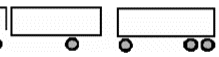
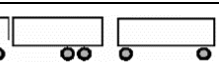
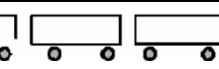
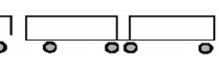



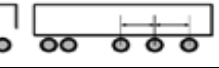

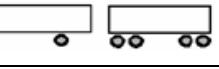
##### 3.1.2 Levantamento de Campo

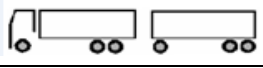
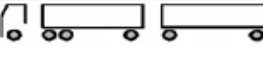
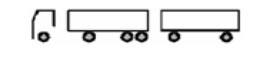
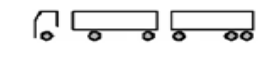

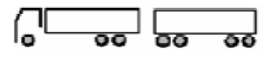

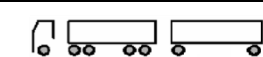
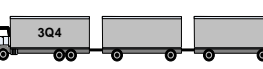
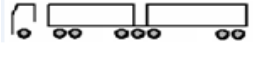

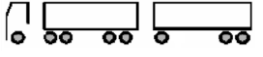


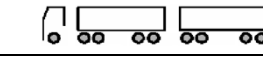





Este estudo tem por objetivo fornecer dados necessários à caracterização operacional do segmento do empreendimento, utilizando dados do VMD - Volume Médio Diário e a caracterização da composição do tráfego.

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	Editais 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
		Caminhão + semirreboque	B3		2S1	C2	
		Caminhão Trator	?		X		C2
C	4	Ônibus Duplo Dfirecional Trucado	?		4CB	O1	

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)							
Seq.	Qty eixos	Composições	Editais PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT
		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
		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		

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)							
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT
		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
G	8	Caminhão trucado + dois semirreboques	G1		3V5	SE1	SE2
			G2		3P5		
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	G3		3J5		SE4
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	?		?		
H	9	Caminhão trucado + dois semirreboques	H1		3M6	SE1	SE2
		Rodotrem - Caminhão trucado + 2 semirreboques	H2		3T6		SE3
		Rodotrem - Caminhão trucado + 3semirreboques	?		3T6B		
		Rodotrem - Caminhão trucado + 2 semirreboques	?		?		SE5
I	2	Carro de Passeio	I1		P	P1	P1
					U		P2
					U		P3
J	2	Moto	J1		M	M	M

Fonte: Adaptado do DNIT, 2006.



### 3.1.3 PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA

As contagens foram realizadas por 24 horas durante um período de 03 dias consecutivos. A seguir, é apresentado no Quadro abaixo as informações do posto de contagem referentes a contagem volumétrica e classificatória.

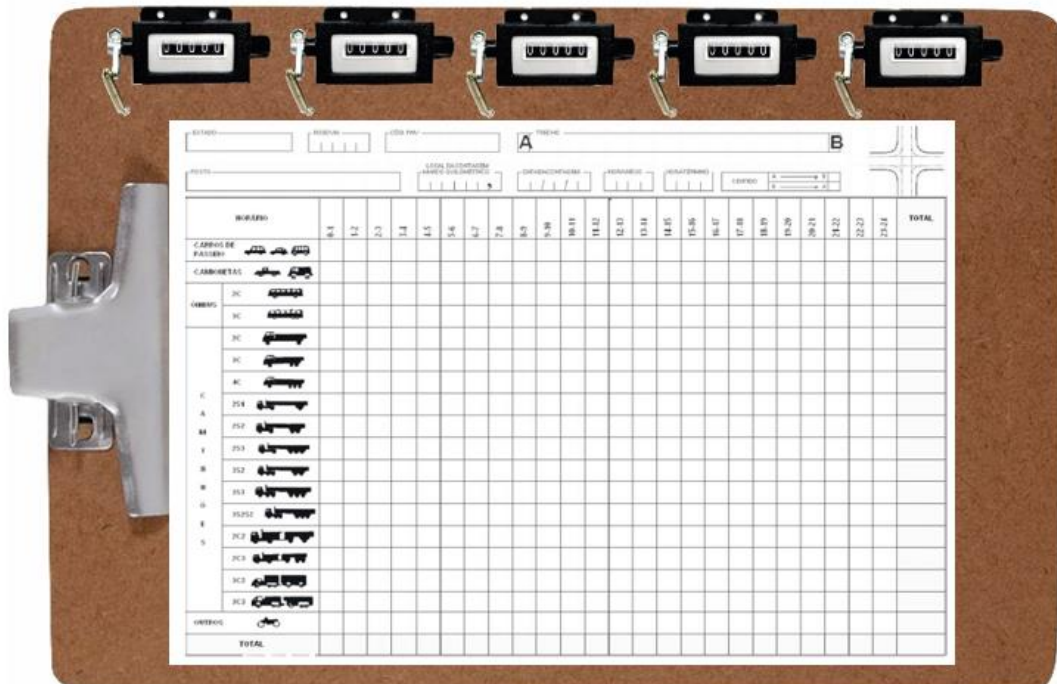
**Quadro 3 - Posto de contagem volumétrica (CV) – 3 dias – 24 horas**

Rodovia	Descrição do Trecho	Data/ Período	Duração (h)	Coordenadas UTM Zona 23M	
				Latitude	Longitude
PA-396	ENTR. PA-154 – PONTA DE PEDRAS	02/08/2022 a 04/08/2022	24	9845580m S	738979m E

Fonte: Elaboração Própria.

### 3.1.4 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 (Figura 2).



**Figura 2 - Contadores mecânicos e Ficha de contagens.**

A ficha utilizada nas contagens foi a do 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.

### 3.1.5 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		19/10/2021	20/10/2021	21/10/2021					MÉDIA	%
			Total Ambos	Total Ambos	Total Ambos					Total Ambos	
Moto	M	M	92	107	102					100	28,4%
	P1	P1	117	109	121					116	32,7%
Veículos leves	P2	P2	9	13	11					11	3,1%
	P3	P3	31	22	24					26	7,3%
	O1	2CB	14	19	15					16	4,5%
Ônibus	O2	3CB	0	0	0					0	0,0%
	O3	4CB	0	0	0					0	0,0%
	C1	2C	32	35	37					35	9,8%
Pesado	C2	3C	26	28	34					29	8,3%
	C3	4C	0	0	0					0	0,0%
	C4	4CD	0	0	0					0	0,0%
	C5	X	0	0	0					0	0,0%
	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	0	0	0					0	0,0%
	S1	2S1	0	0	0					0	0,0%
	S2	2S2	0	0	0					0	0,0%
	S3	2S3	0	0	0					0	0,0%
	S4	3S1	0	0	0					0	0,0%
	S5	3S2	13	9	12					11	3,2%
	S6	3S3	12	9	8					10	2,7%
	SE1	3T4	0	0	0					0	0,0%
	SE2	3T6	0	0	0					0	0,0%
	SE3	3T6B	0	0	0					0	0,0%
	SE4	3V5	0	0	0					0	0,0%
SE5	3M6	0	0	0					0	0,0%	
<b>Totais</b>			<b>346</b>	<b>351</b>	<b>364</b>					<b>354</b>	<b>100%</b>
<b>Total Motos</b>			<b>92</b>	<b>107</b>	<b>102</b>					<b>100</b>	
<b>Total Veículos Leves</b>			<b>157</b>	<b>144</b>	<b>156</b>					<b>152</b>	
<b>Total Ônibus</b>			<b>14</b>	<b>19</b>	<b>15</b>					<b>16</b>	
<b>Total Pesado</b>			<b>83</b>	<b>81</b>	<b>91</b>					<b>85</b>	

Fonte: Elaboração Própria.

**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
<b>Total</b>	<b>101</b>	16	0	0	35	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	10	0	0	0	0	0	
<b>Percentual</b>	<b>100,00%</b>	15,84%	0,00%	0,00%	34,32%	29,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,22%	9,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
<b>F. Sazonalidade</b>	<b>1,00</b>	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	
<b>Total Corrigido</b>	<b>103</b>	16	0	0	35	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	10	0	0	0	0	0	

**Quadro 6 - Volume Médio Diário Total**

Dia do Mês	Dia da Semana	Ambos
02/08/2022	terça-feira	346
03/08/2022	quarta-feira	351
04/08/2022	quinta-feira	364
<b>Média</b>		<b>354</b>

**Quadro 7 - Resumo da Pesquisa por Classe**

Categorias de Veículo	Volume	%
Moto	100	28%
Veículos leves	152	43%
Ônibus	16	5%
Pesado	85	24%
<b>Total</b>	<b>354</b>	<b>100%</b>

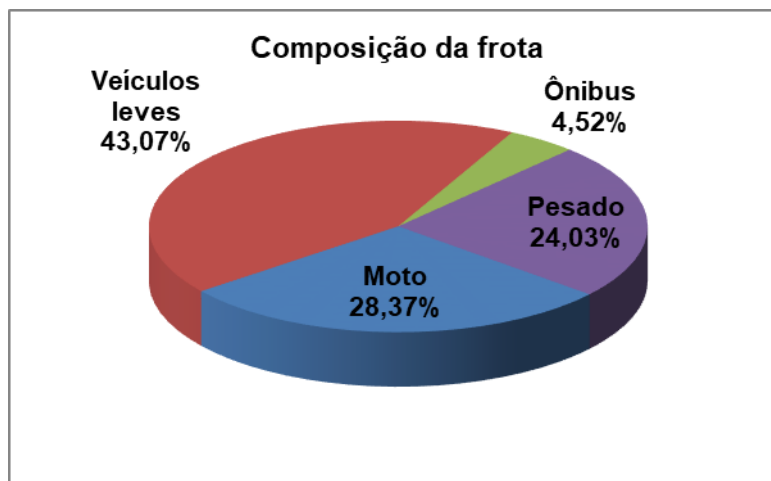


Figura 3 - Composição da Frota.

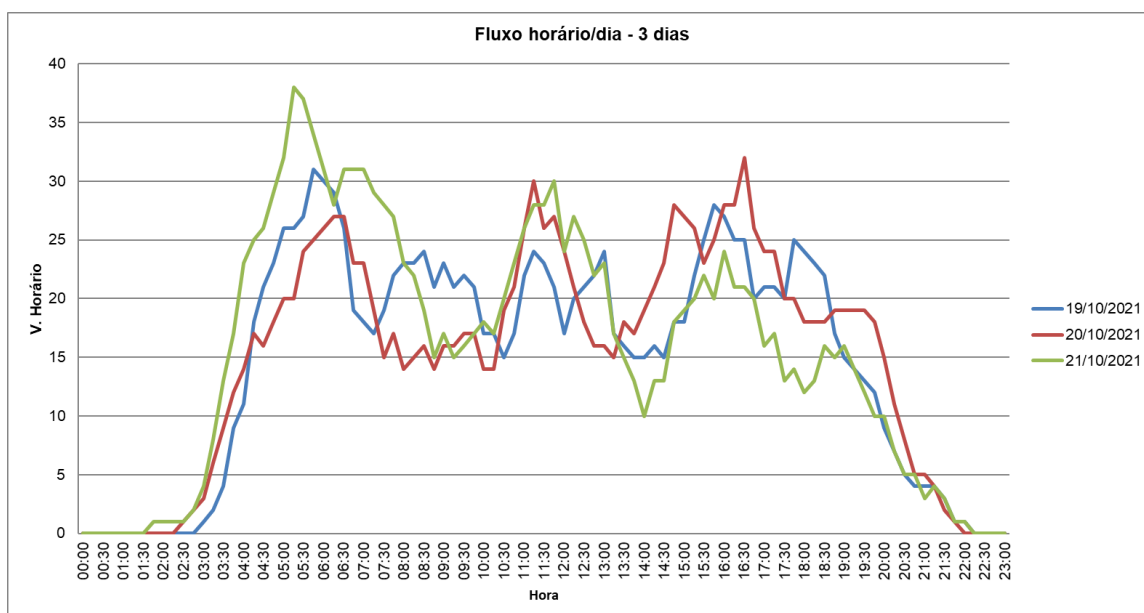


Figura 4 - Fluxo horário – 3 dias

### 3.1.6 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.

#### 3.1.6.1 DETERM. DO Nº EQUIV. 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.

### 3.1.6.2 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 10 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.**

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)

### 3.1.6.3 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).

### 3.1.6.4 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 11 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 R. N°489 (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
	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).

### 3.1.6.5 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) e ESALF. As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de carga são apresentadas no conteúdo dos Quadros 12, 13 e 14, 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	

TIPOS DE EIXO	FAIXAS DE CARGA (T)	EQUAÇÕES (P EM TF)
	≥ 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$ $FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

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




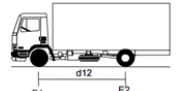
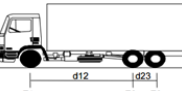
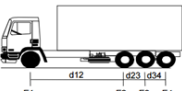
**Quadro 12 - Valores de ESALF para diferentes eixos.**

TIPOS DE EIXO	EQUAÇÕES (P EM TF)
Simplex	$ESALF = (P/6,6)^4$
Rodagem Simplex	
Simplex	$ESALF = (P/8,16)^4$
Rodagem Dupla	
Tandem Duplo	$ESALF = 2(P/7,55)^4$
Rodagem Dupla	
Tandem Triplo	$ESALF = 3(P/7,63)^4$
Rodagem Dupla	
P= Peso por eixo em toneladas	
Peso total do Conjunto Tandem, dividido por 2 para Tandem Duplo e por 3 para Tandem Triplo.	

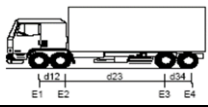
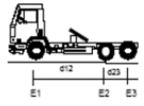
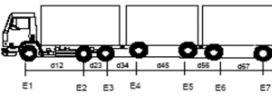
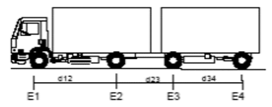
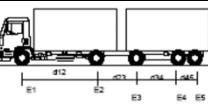
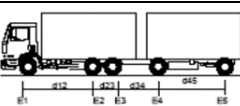
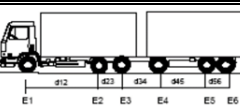
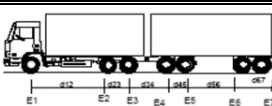
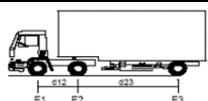

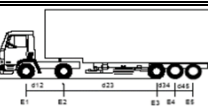
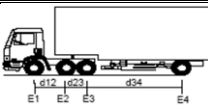
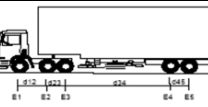
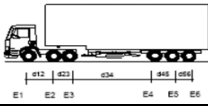
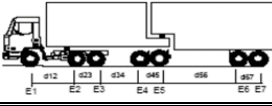
Fonte: Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

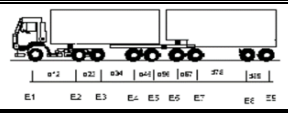
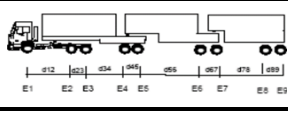


Considerando as equações acima, foram calculados os FC para cada tipo de veículo, nas situações em que os veículos se encontram carregados (60%) pela Lei da Balança (5% tolerância) e vazios (40%). Os resultados estão apresentados no Quadro 13.

**Quadro 13 - Fatores de carga resultantes.**

TIPOS	CLASSE	VEÍCULOS 100% CARREGADOS PELA LEI DA BALANÇA		
		AASHTO	USACE	ESALF
ÔNIBUS	O1 	4,11	6,37	3,37
	O2 	1,27	3,57	2,56
	O3 	1,25	4,82	2,53
CAMINHÕES	C1 	4,11	6,37	4,33
	C2 	2,93	14,83	5,74
	C3 	2,83	16,23	7,79



TIPOS	CLASSE	VEÍCULOS 100% CARREGADOS PELA LEI DA BALANÇA		
		AASHTO	USACE	ESALF
	C4 	2,93	16,07	5,71
	C5 	2,93	14,83	5,74
	R1 	12,60	41,18	17,14
	R2 	11,34	18,32	10,98
	R3 	10,16	26,77	12,40
	R4 	10,16	26,77	12,40
	R5 	8,98	35,21	13,82
	R6 	7,80	43,66	15,23
CAMINHÕES	S1 	7,72	12,34	7,65
	S2 	6,55	20,79	9,07
	S3 	6,44	22,20	11,17
	S4 	6,55	20,80	9,07
	S5 	5,37	29,24	10,49
	S6 	5,26	30,65	12,47
	SE1 	7,80	43,66	15,23

TIPOS	CLASSE	VEÍCULOS 100% CARREGADOS PELA LEI DA BALANÇA		
		AASHTO	USACE	ESALF
SE2		10,24	58,07	19,98
SE3		10,24	58,08	19,98
SE4		7,70	45,07	17,28
SE5		7,60	46,47	19,34

Fonte: Elaboração Própria.

### Quadro 14 - Fatores de Carga e Veículo

FATORES DE CARGA – 70% CARREGADOS PELA LEI DA BALANÇA e 30% VAZIOS																									
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	2,88	1,12	1,11	2,88	2,06	1,98	2,79	2,06	12,45	7,95	7,13	7,13	6,30	5,48	5,42	4,59	4,52	4,59	3,77	3,69	5,48	7,19	7,19	5,40	5,33
USACE	4,46	2,50	3,38	4,46	10,40	11,36	15,60	10,40	28,88	12,83	18,75	18,75	24,66	30,58	8,64	14,56	15,54	14,59	20,48	21,46	30,58	40,68	40,74	31,56	32,54
ESALF	3,47	2,26	2,24	4,03	5,45	7,49	5,43	5,45	16,84	10,68	12,10	12,10	13,52	14,94	7,35	8,77	10,87	8,77	10,19	12,17	14,94	19,68	19,68	16,98	19,04

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	15,84%	0,00%	0,00%	34,32%	29,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,22%	9,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

AASHTO	FV <sub>Médio</sub>	2,82
USACE	FV <sub>Médio</sub>	9,60
ESALF	FV <sub>Médio</sub>	5,82

### 3.1.6.6 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 existentes e realizado 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 2021 a 2031, 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 (2022) foi projetado para um período de 10 anos, considerando-se 2023 como ano de abertura do projeto e 2032 sendo o final do período de projeto (10º ano).

Com base nessas projeções foi calculado para o empreendimento em estudo pelos métodos da AASHTO, USACE e ESALF 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 USACE.

### Quadro 15 - Determinação do "N"

RODOVIA PA-477 (PIÇARRA)																							
$N_{(anual)} = 365 \times Kd \times VMD(total/ano) \times Fv(médico) \times Fr$																							
Ano	Ônibus			Caminhões leves				Semirreboques						Semirreboques especiais			Total	Metodologia					
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE4	SE5		AASHTO		USACE		ESALF	
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3V5	3M6		Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.
	15,84%	0,00%	0,00%	34,32%	29,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,22%	9,57%	0,00%	0,00%	0,00%		100%	-	-	-	-	-
2021	-	16	0	0	35	30	0	0	0	0	0	12	10	0	0	0	103	-	-	-	-	-	-
2022	1º	16	0	0	36	31	0	0	0	0	0	12	10	0	0	0	106	5,5E+04	5,5E+04	1,9E+05	1,9E+05	1,1E+05	1,1E+05
2023	2º	17	0	0	37	32	0	0	0	0	0	13	11	0	0	0	109	5,6E+04	1,1E+05	1,9E+05	3,8E+05	1,2E+05	2,3E+05
2024	3º	17	0	0	38	33	0	0	0	0	0	13	11	0	0	0	113	5,79E+04	1,69E+05	1,97E+05	5,75E+05	1,20E+05	3,48E+05
2025	4º	18	0	0	39	34	0	0	0	0	0	14	11	0	0	0	116	5,97E+04	2,28E+05	2,03E+05	7,78E+05	1,23E+05	4,71E+05
2026	5º	19	0	0	41	35	0	0	0	0	0	14	12	0	0	0	119	6,15E+04	2,90E+05	2,09E+05	9,87E+05	1,27E+05	5,98E+05
2027	6º	19	0	0	42	36	0	0	0	0	0	14	12	0	0	0	123	6,33E+04	3,53E+05	2,15E+05	1,20E+06	1,31E+05	7,29E+05
2028	7º	20	0	0	43	37	0	0	0	0	0	15	12	0	0	0	127	6,52E+04	4,18E+05	2,22E+05	1,42E+06	1,35E+05	8,63E+05
2029	8º	20	0	0	44	38	0	0	0	0	0	15	13	0	0	0	130	6,72E+04	4,86E+05	2,29E+05	1,65E+06	1,39E+05	1,00E+06
2030	9º	21	0	0	46	39	0	0	0	0	0	16	13	0	0	0	134	6,92E+04	5,55E+05	2,35E+05	1,89E+06	1,43E+05	1,14E+06
2031	10º	22	0	0	47	40	0	0	0	0	0	16	13	0	0	0	138	7,12E+04	6,26E+05	2,43E+05	2,13E+06	1,47E+05	1,29E+06
<b>Fv(AASHTO)</b>		2,88	1,12	1,11	2,88	2,06	1,98	2,79	5,42	4,59	4,52	4,59	3,77	3,69	5,48	5,40	5,33	<b>Fvm(AASHTO) =</b>		<b>2,82</b>			
<b>Fv(USACE)</b>		4,46	2,50	3,38	4,46	10,40	11,36	15,60	8,64	14,56	15,54	14,59	20,48	21,46	30,58	31,56	32,54	<b>Fvm(USACE) =</b>		<b>9,60</b>		<b>Kd = 0,50</b>	
<b>Fv(ESALF)</b>		3,47	2,26	2,24	4,03	5,45	7,49	5,43	7,35	8,77	10,87	8,77	10,19	12,17	14,94	16,98	19,04	<b>Fvm(ESALF) =</b>		<b>5,82</b>		<b>Fr = 1,00</b>	
<b>Metodologia</b>								<b>N<sub>10</sub> (2031)</b>															
<b>AASHTO</b>								<b>6,26E+05</b>															
<b>USACE</b>								<b>2,13E+06</b>															
<b>ESALF</b>								<b>1,29E+06</b>														<b>i<sub>médico</sub> = 3,0%</b>	

Fonte: Elaboração Própria.

O número N de aplicação do eixo padrão rodoviário com carga de 8,2 tf, com equivalência de carga da AASHTO, USACE e ESALF, para um período de 10 anos, sendo o ano de 2023 considerado como ano de abertura ao tráfego, é de 6,26E+05, 2,13E+06 e 1,29E+06, respectivamente.

### 3.1.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTES ESTUDO

Estes estudos de tráfego foram baseados nos dados do posto de contagem localizado no perímetro urbano de Ponta de Pedras, E-0+00 nas proximidades das Coordenadas UTM Zona 22M, 738979.00 m E; 9845580.00 m S.

O número “N” conforme informado anteriormente é de **2,13x10<sup>6</sup>** (metodologia USACE), o que caracteriza uma **pavimentação asfáltica de 5,00cm** de espessura em concreto betuminoso, conforme o quadro de espessura mínima do revestimento em função do número “N” constituinte do capítulo referente ao projeto de pavimentação.

### 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-396.

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 nas proximidades do Rio Fábrica desenvolvendo-se pelo eixo da rodovia existente e finalizando o trecho em estudo no Perímetro Urbano de Ponta de Pedras, na estaca 1100+00,00, abrangendo serviços de construção e pavimentação, totalizando uma extensão de 22,0 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 PA-396.

- ✓ Receptor GNSS geodésico, modelo RTK / TRIMBLE R-4;
- ✓ Estação Total modelo Topcon GTS105N com Número de Série N° 6H2175
- ✓ Estação Total modelo Topcon GTS105N com Número de Série N° 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 e perfil e consequentemente do

linear esquemático de sinalização 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, seixas 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 ESTUDO 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 45 (cinquenta) furos de sondagem, na profundidade de até 1,50 m.

Os furos foram distribuídos de maneira a caracterizar o horizonte de solo 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;
- Ensaios de compactação;
- Índice Suporte Califórnia – ISC;
- Expansão.

### 3.3.2 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.

### 3.3.3 EMPRÉSTIMO

Foram identificados 05 (cinco) 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 as coordenadas geográficas dos empréstimos identificados durante o levantamento de campo.

**Quadro 16 - Coordenadas geográficas dos empréstimos.**

Empréstimos	
Ocorrência	Coordenadas UTM
Empréstimo 01 E-90+00 LD	22 M; 744078.00 m E; 9859211.00 m S.
Empréstimo 02 E-155+00 LD	22 M; 743412.00 m E; 9858458.00 m S.
Empréstimo 03 E-275+00 LD	22 M; 743695.00 m E; 9856310.00 m S.
Empréstimo 04 E-422+00 LD	22 M; 745533.00 m E; 9855165.00 m S.
Empréstimo 05 E-550+00 LD	22 M; 744976.00 m E; 9852763.00 m S.

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

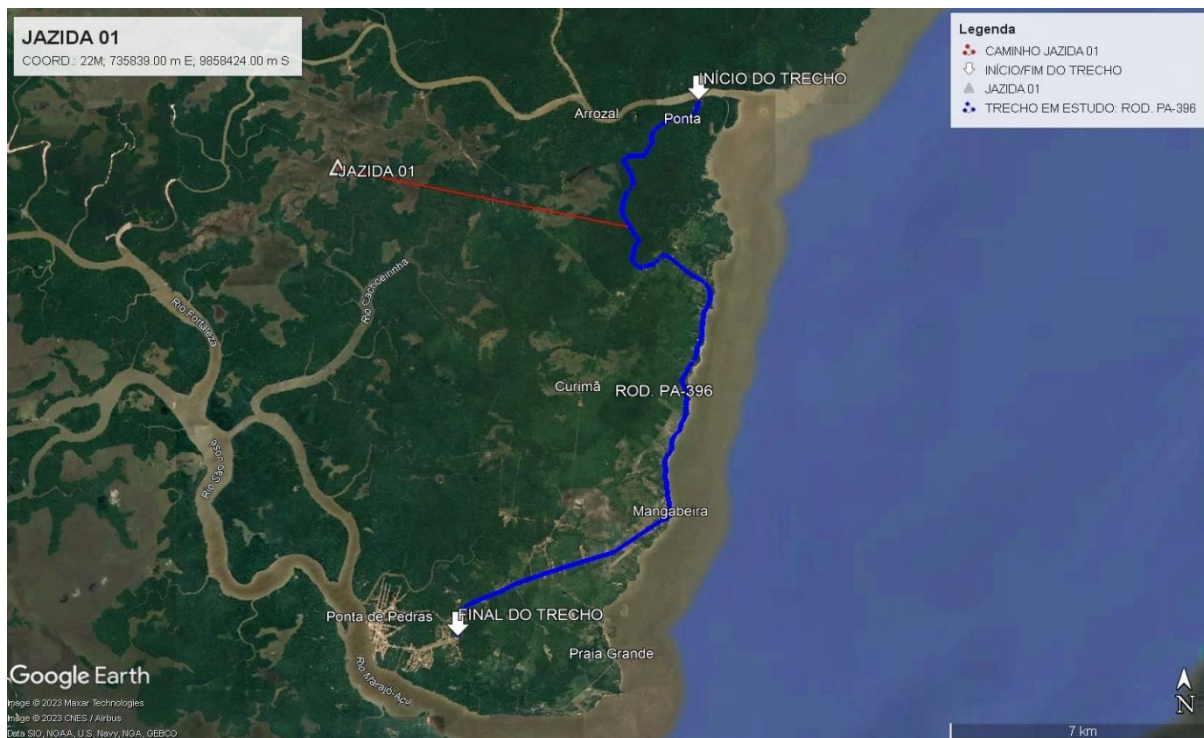
O quadro a seguir apresenta as coordenadas geográficas das jazidas identificadas durante levantamento de campo.

**Quadro 17 - Coordenadas geográficas das jazidas**

Jazidas	
Ocorrência	Coordenadas UTM
Jazida 01 (E.250+00 LD)	23 M; 735839.00 m E; 9858424.00 m S
Jazida 02 (E.550+00 LD)	22 M; 744976.00 m E; 9852763.00 m S.

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

A jazida 01 situa-se na altura da estaca 250+00, a 7,90 km da rodovia em estudo, lado direito. O material prospectado desta jazida é do tipo solo granular compactado, de cor variegada, com volume útil estimado de 30.000 m<sup>3</sup>.



**Figura 5 - Localização da Jazida 01**





Pedreira	
Pedreira 01	23 M; 228714.00 m E; 9804190.00 m S

Fonte: Elaboração Própria

### 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 DADOS E FONTES CONSULTADAS

Coletou-se junto aos órgãos oficiais e em estudos existentes, dados referentes ao clima, pluviometria, geomorfologia, especificamente da área em que se localiza o trecho.

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica na área do projeto e o levantamento das condicionantes topográficas e geomorfológicas das bacias interceptadas.

Procurou-se também levantamentos aerofotogramétricos, plantas cartográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitos pedológicos, dimensões e demais características físicas das bacias (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal).

Os dados utilizados para realização dos Estudos Hidrológicos estão abaixo relacionados:

- ✓ Locação do trecho em escala 1:100.000, mesma das plantas cartográficas;
- ✓ Imagens LandSat 7 Etmt+ e LandSat 5 composição 5R-4G-3B e CBERS 2 composição 2B, 3G e 4R juntamente com os dados altimétricos gerados a partir dos dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) obtidos no site: <http://srtm.usgs.gov>. Os dados altimétricos (SRTM) foram processados no Software Global Mapper e posteriormente os dados foram agrupados em um ambiente CAD;
- ✓ Cadastro e inspeções das obras de arte corrente existentes.

### 3.4.2 COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS HIDROLÓGICOS

- ✓ Clima

Pela classificação de Wladimir de Köppen o clima da região é do tipo Am, caracterizado por ser tropical úmido de monção, sem estação fria e com temperatura do mês menos quente acima de 18oC. A precipitação é excessiva durante alguns meses o que compensa a ocorrência de um ou dois meses com precipitações inferiores a 60 mm.

Obteve-se através do Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira, publicado pela SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, dados de

precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação das estações climatológicas de Belém cujos resultados se apresentam no final deste capítulo.

O semestre mais chuvoso na região ocorre entre os meses de dezembro a maio e o mais seco, entre junho a novembro, período este que julgamos mais adequado para execução das estruturas de drenagem.

A média anual de precipitação é de 2.825mm em Belém, com média de 240 dias de chuva ao ano.

A temperatura mantém-se sempre elevada, com média anual de 26° C, sendo a mínima média de 21° C e a máxima média de 31 a 32° C.

A umidade relativa média anual é de 85,4 % e a insolação média anual é de 135 horas..



**Figura 7 - Classificação climática da área do empreendimento**

✓ Regime Pluviométrico da Região do Marajo

Para a obtenção do regime de chuvas na região, foi utilizado como parâmetro de referência os estudos existentes elaborado pelo Departamento Nacional de Obras de Saneamento - Dez. 1957 conforme a Publicação denominada “Chuvas Intensas no Brasil “do Eng. Otto Pfafstetter.

O referido trabalho reúne dados de chuvas intensas registradas por pluviógrafos em 98 postos cujos resultados servem principalmente para o estudo hidrológico das enchentes dos cursos d’água.

A metodologia adotada para a determinação da relação intensidade-duração-frequência decorreu do que está exposto na publicação acima mencionada.

Os resultados da aplicação da metodologia estão apresentados na série de quadros denominados - Planilhas para a elaboração da reta de precipitação e da curva intensidade x duração no final deste relatório.

Foram utilizados os elementos do Posto de Belém do Pará.

As planilhas contendo as “Curvas Intensidade x Duração” características da região para os diversos períodos de retorno de chuva estão apresentadas no final deste relatório.

As Durações das precipitações obtidas e alturas de chuva foram calculadas pela equação

$$P = T^k \cdot [a \cdot t + b \cdot \log_{10} (1 + c \cdot t)]$$

sendo  $k = \alpha + \beta / T^\gamma$

Onde

- P = Altura pluviométrica máxima em milímetros  
T = Período de retorno em anos  
t = Duração da chuva em horas  
 $\alpha, \beta, \gamma$  = Valores em função da duração da chuva.  
a, b, c = valores constantes para cada posto de coleta de dados.

### 3.4.3 CÁLCULOS DE DESCARGAS

Para o cálculo das descargas das bacias hidrográficas foram utilizados os elementos obtidos sobre a carta topográfica de Marajó em escala 1:100.000.

A carta acima mencionada permitiu a determinação das características fisiográficas das bacias hidrográficas tais como desnível, comprimento da linha de fundo e área com razoável precisão.

Os demais elementos foram obtidos em campo por inspeção in loco.

### 3.4.4 MÉTODO RACIONAL

Para as bacias com área inferior a 1,0 Km<sup>2</sup> (1000 Ha), utilizou-se o Método Racional com a seguinte configuração:

$$Q = \frac{CxIx A}{3,6}$$

Onde:

Q = Vazão de contribuição, em m<sup>3</sup>/s;

C = Coeficiente de escoamento superficial;

I = Intensidade de chuva em cm/h;

A = Área da bacia de contribuição em Ha;

O método considera uma grandeza temporal, denominada tempo de concentração ( $T_c$ ), característica de cada bacia, e é definida como o intervalo de tempo necessário para que todas as partes da bacia passem a contribuir para a seção de drenagem;

Admite-se que a chuva precipita uniformemente em toda a bacia, com uma intensidade (I) constante, igual aquela que corresponde ao Tempo de Concentração na curva Intensidade x duração, característica da bacia;

Considera, como decorrência das diversas perdas, como infiltração, evaporação, etc., que a água que chega a seção em forma de escoamento é uma parcela da que cai em forma de chuva, definindo-se por isso, um coeficiente de escoamento (C), correspondente a essas perdas.

O tempo de Concentração para as bacias drenadas por bueiros foi calculado pela fórmula do “Califórnia Culvert Practice, Califórnia Highway onde Public Works”:

$$T_c = 0,95 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

$T_c$  = Tempo de concentração, em hora;

L = Comprimento da linha de fundo em Km;

H = Diferença de nível entre o ponto mais afastado na bacia e a seção em estudo, em metro.

## 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 nas proximidades do Rio Fábrica onde foi demarcada a estaca 0+0,00 e o seu final na estaca 1100+0,00 no perímetro urbano de Ponta de Pedras.

#### 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 19 - Valores Básicos de Projetos**

Valores básicos de Projeto	
Extensão da Rodovia	22,00 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 0,80m 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 20 - 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 E PERFIL

O traçado em planta e perfil 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.

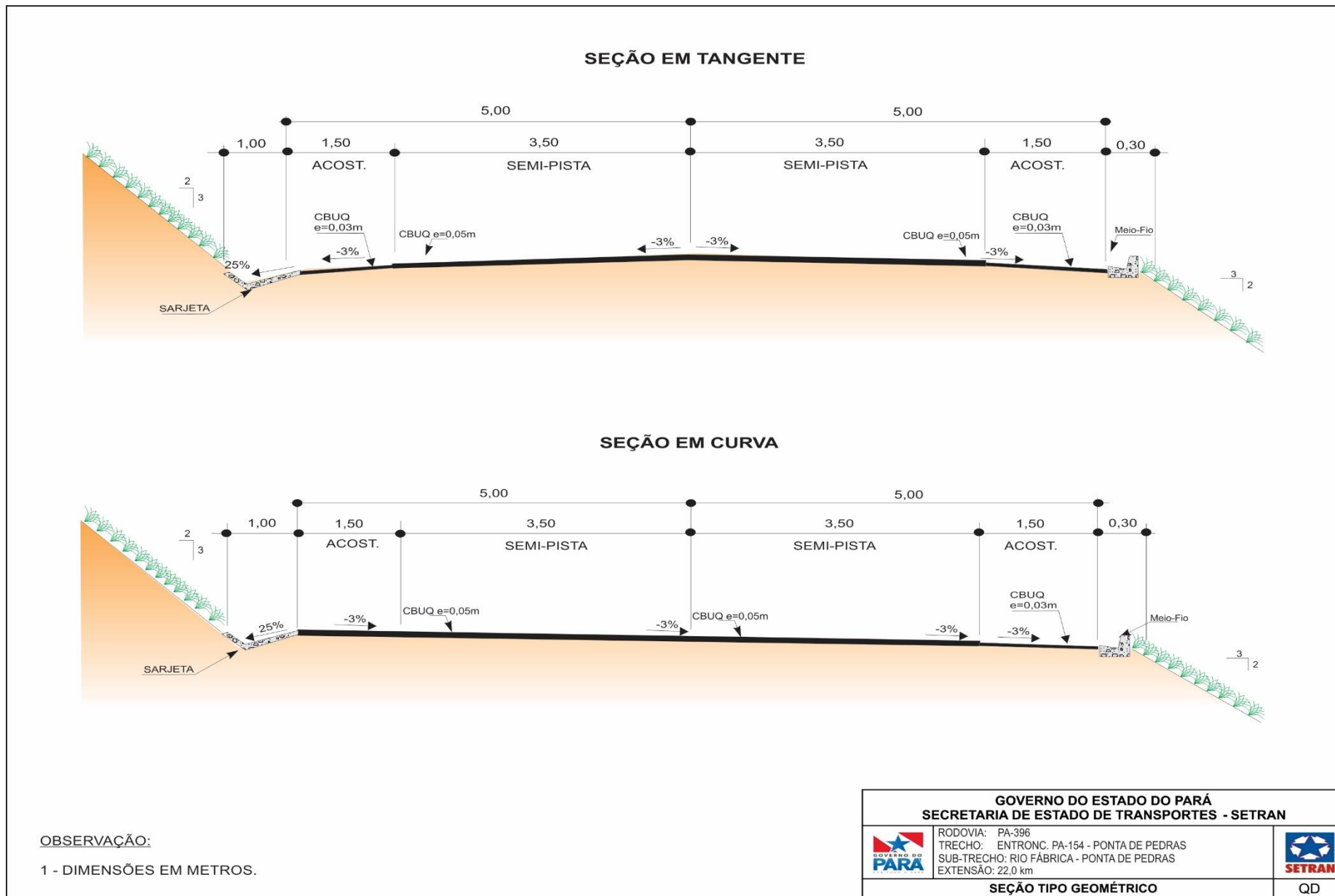
Essa adequada conjugação no traçado em planta além de se traduzir em maior segurança e conforto para os usuários, também procurou dar características a esta rodovia, que independente das restrições de sua classe técnica, reduzisse seus custos de manutenção e operação.

#### 4.1.4 RESULTADOS OBTIDOS

O projeto em planta e perfil 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 8 - Seção tipo do projeto geométrico**



## 4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de Terraplenagem foi elaborado seguindo as recomendações contidas na IS-209 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):
  - Corte:  $L - 2h$
  - Aterro:  $L + 3h$
- ✓ 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 resumo 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 95% do Próctor Normal e 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 DO ATERRO E ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM**

Todo o material destinado à camada final de aterro e acabamento de 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.

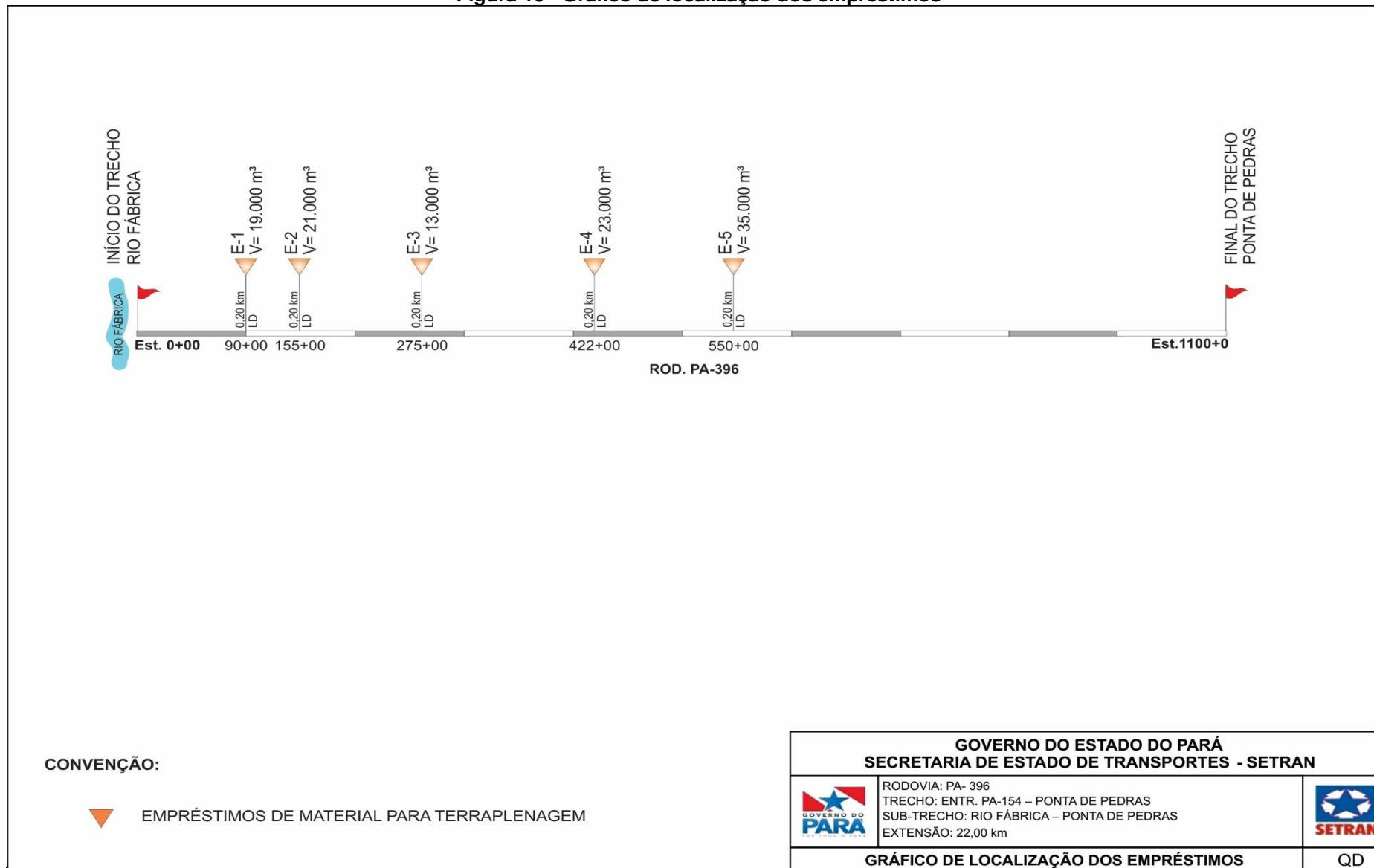
Foram também observadas na distribuição as características geotécnicas dos solos a serem empregados nos aterros, tendo em vista o valor do ISC (Índice Suporte Califórnia) de projeto adotado no dimensionamento do pavimento e a expansão dos materiais.

#### **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 10 - Gráfico de localização dos empréstimos**









### 4.3 PROJETO DE DRENAGEM E OAC

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,
- ✓ 2 - Através dos dispositivos e obras já existentes e das pesquisas com moradores da região.

#### 4.3.1 DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

O cadastro realizado em campo detectou que praticamente não existem dispositivos de drenagem superficial e os poucos que existem sofrerão intervenções pelo alargamento da via para atender aos serviços de construção da via com pavimentação da pista de rolamento e acostamentos, sendo necessária a locação e implantação de novos dispositivos.

Quanto à drenagem profunda ao longo do trecho, O sistema foi projetado prevendo implantação e substituição ao longo do empreendimento de bueiros tipo BSTC, BDTC e BTTC com Ø de 0,60, 0,80 e 1,00m, utilizando a metodologia do Manual de Drenagem de Rodovias 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 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ C = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
- ✓ I = intensidade de chuva, em mm/h; e
- ✓ A = área da superfície de contribuição, em km<sup>2</sup>.



#### 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 a área a ser drenada ter apresentado superfícies de diversas naturezas, adotou-se para o coeficiente de escoamento superficial a média ponderada dos valores de C, considerando como pesos a 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;
- ✓ C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, ..., C<sub>n</sub> = Coeficientes de escoamento das áreas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ..., A<sub>n</sub>, 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<sub>a</sub> = Vazão admissível, em m<sup>3</sup>/s;
- ✓ A = Área molhada, em m<sup>2</sup>;
- ✓ 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.

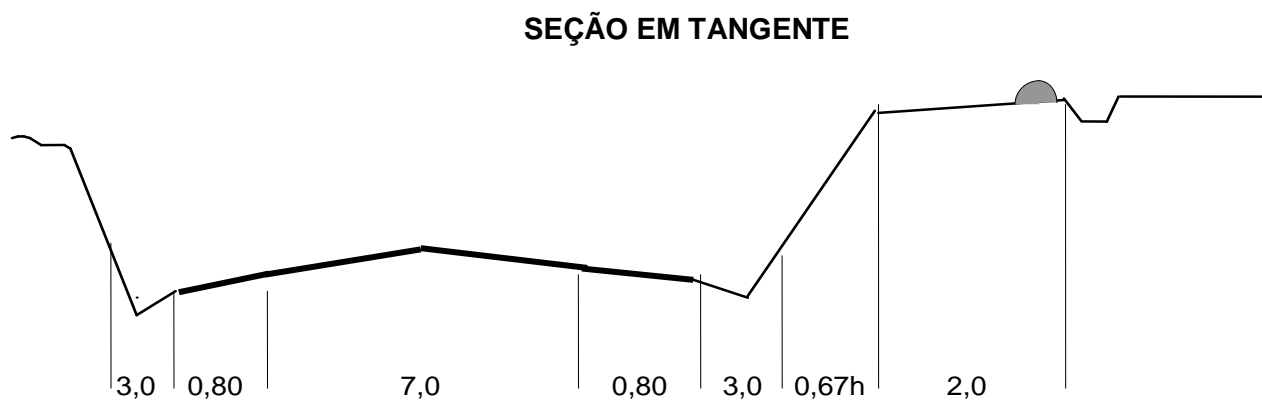
Considerando-se que a forma, dimensões e revestimento dos dispositivos a adotar foram pré-estabelecidos, o dimensionamento consistiu em se determinar seus comprimentos críticos.

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.

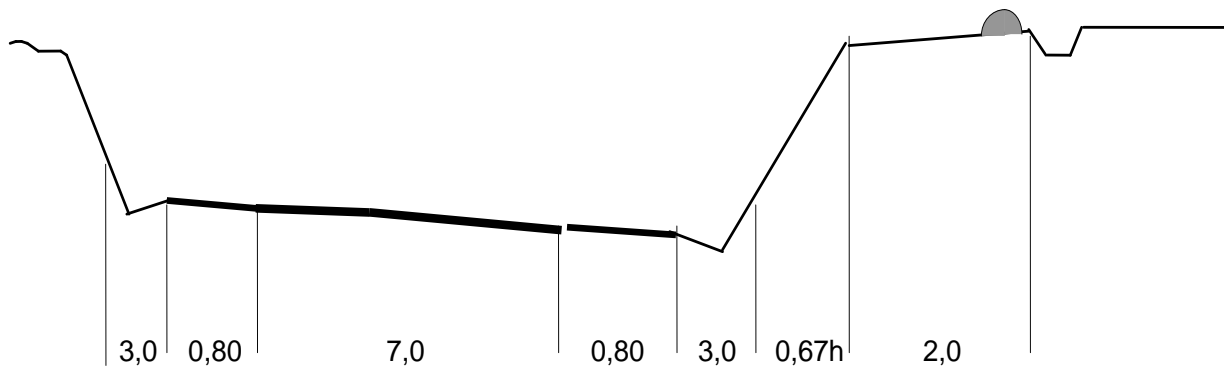
### 4.3.3 SARJETAS DE CORTE

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:



	Pista	Acost.	Alarg. Corte	Sarjeta	Talude de Corte	Distância da crista à valeta
Largura -L(m)	3,50	0,80	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

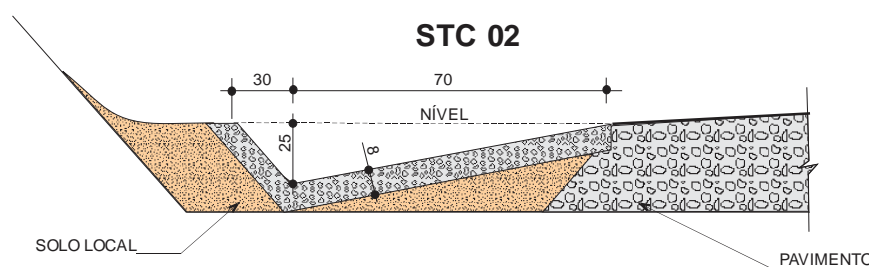


	Acost.	Pista	Acost.	Alarg. Corte	Sarjeta	Talude de Corte	distância da crista à valeta
Largura -L(m)	0,80	7,00	0,80	2,00	1,00	0,67 h	2,00
Coef. Escoam.(C)	0,80	0,85	0,80	0,35	0,95	0,35	0,20

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:

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

Onde:

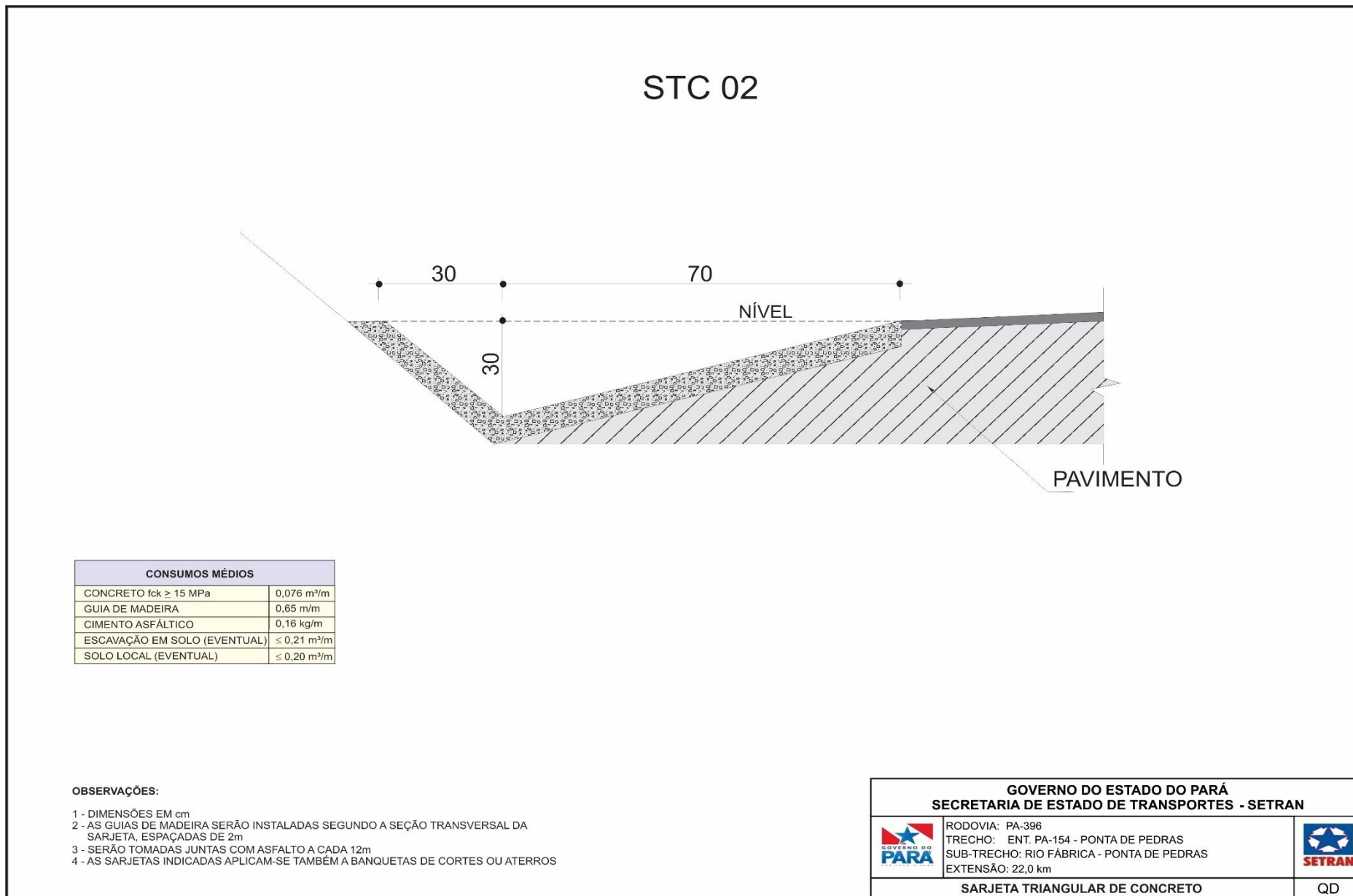
- ✓  $d$  = Comprimento máximo das sarjetas, em m;
- ✓  $A$  = Área molhada, em  $m^2$ ;
- ✓  $R$  = Raio hidráulico, em m;
- ✓  $i$  = Declividade longitudinal do greide, em m/m;
- ✓  $n$  = Coeficiente de Rugosidade do material da Sarjeta, adimensional ( $n = 0,015$ );
  
- ✓  $I$  = Intens. de chuva para  $t_c = 5$  minutos e  $TR = 10$  anos, ( $I = 152,34$  mm/h);
- ✓  $L_1$  = Largura da plataforma que contribui para a sarjeta ( $L_{tang} = 5,0m$ ,  $L_{curva} = 10,0m$ ).
- ✓  $C_1$  = Coeficiente de escoamento superficial médio da plataforma da rodovia, adimensional ( $C_1=0,84$ );
- ✓  $L_2$  = Largura da projeção horizontal equivalente do talude de corte, considerando um afastamento da valeta de crista de corte de 2,0m ( $L_2=6,00$  m).
- ✓  $C_2$  = Coeficiente de escoamento superficial médio do talude de corte, considerando altura média de 3,0m, (adimensional  $C_2=0,30$ ).

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.





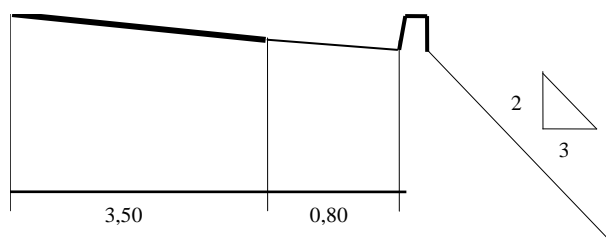
**Figura 11 - Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02**

### 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.

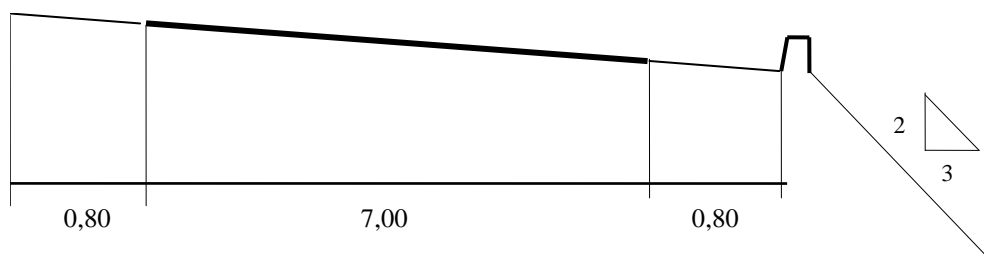
A seção de contribuição considerada para a banqueta foi à seguinte:

#### SEÇÃO EM TANGENTE



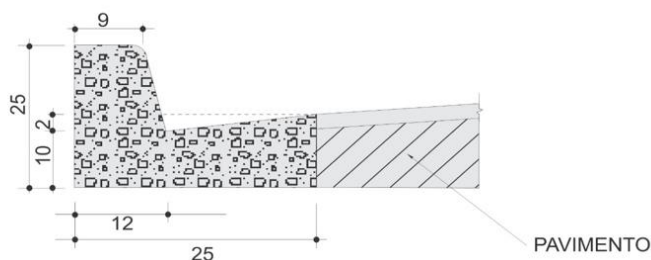
	Pista	Acost.
Largura -L(m)	3,50	0,80
Coef. escoam.(C)	0,85	0,80

#### SEÇÃO EM CURVA



	Acost	Pista	Acost.
Largura -L(m)	0,80	7,00	0,80
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 m<sup>2</sup>;
- ✓ 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 banquetta (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 25 - Comprimento Crítico das banquetas**

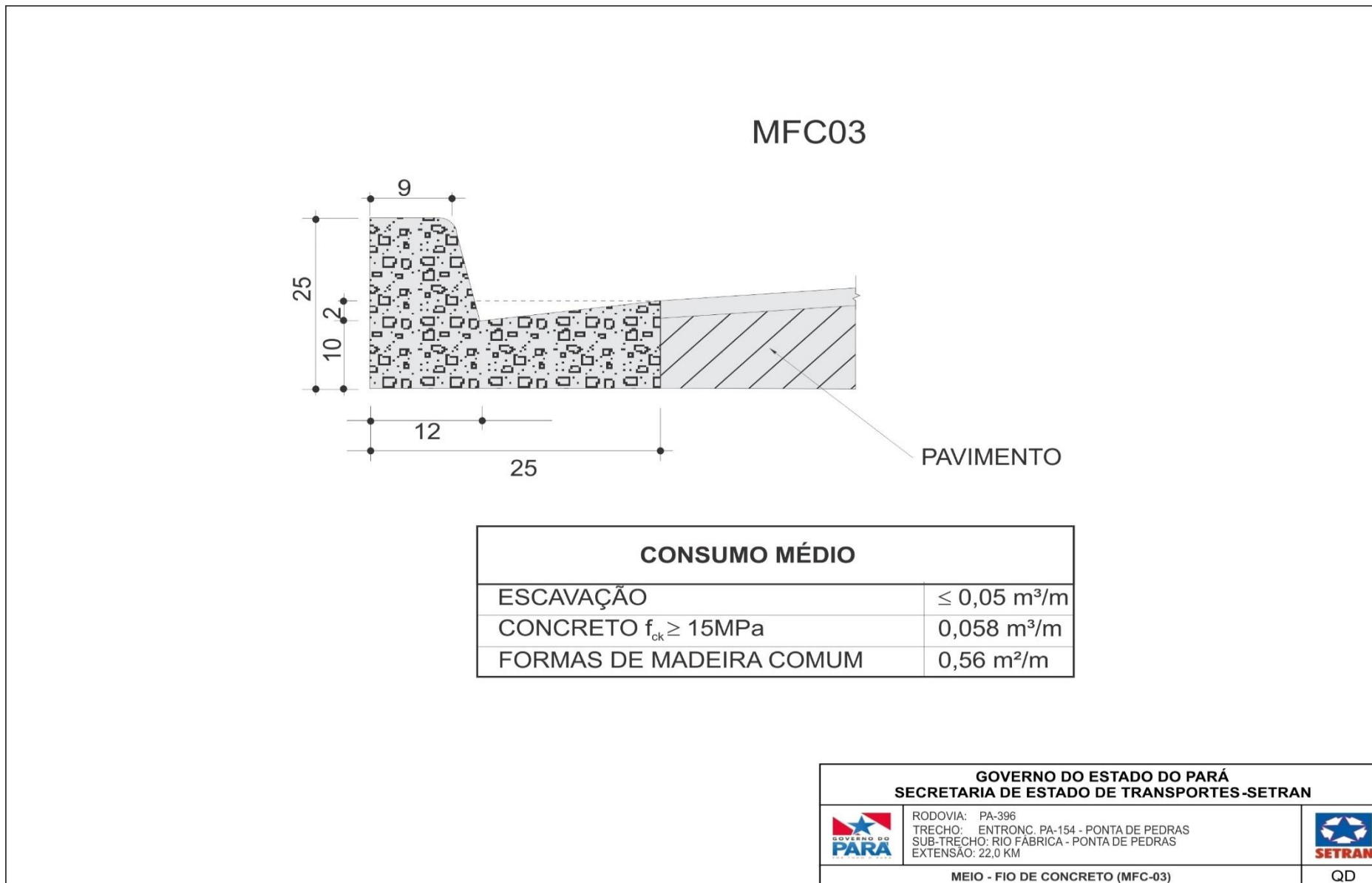
Declividade da pista	Comprimento crítico MFC-03 (m)	
	curva	tangente
1,00%	9,0	18,1
2,00%	12,8	25,6
3,00%	15,7	31,3
4,00%	18,1	36,2
5,00%	20,2	40,4
6,00%	22,1	44,3
7,00%	23,9	47,8
8,00%	25,6	51,1
9,00%	27,1	54,2
10,00%	28,6	57,2

A Seguir apresentam-se as memórias e detalhamentos das banquetas tipo MFC-03, bem como os detalhamentos dos outros dispositivos citados anteriormente.



EM 25/09/2023 15:51 (Hora Local) - Aut. Assinatura: 05B8EBB2D72AEC8E.8D1A440C46250647.87CE33EAAA4C5A44.30A1237C3DDEE4B0 ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei 11.419/2006)





**Figura 12 - Meio fio de concreto – MFC-03**

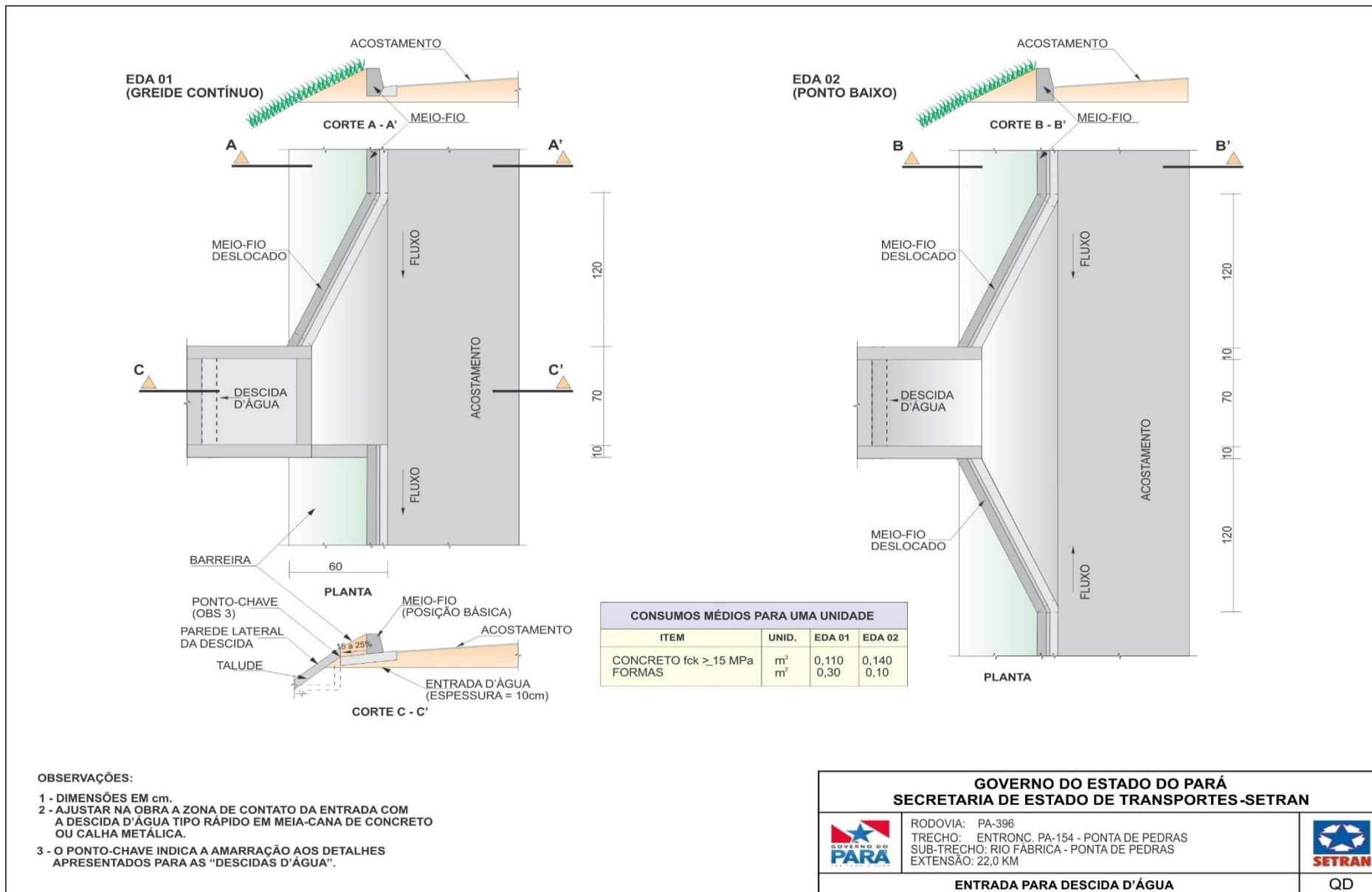
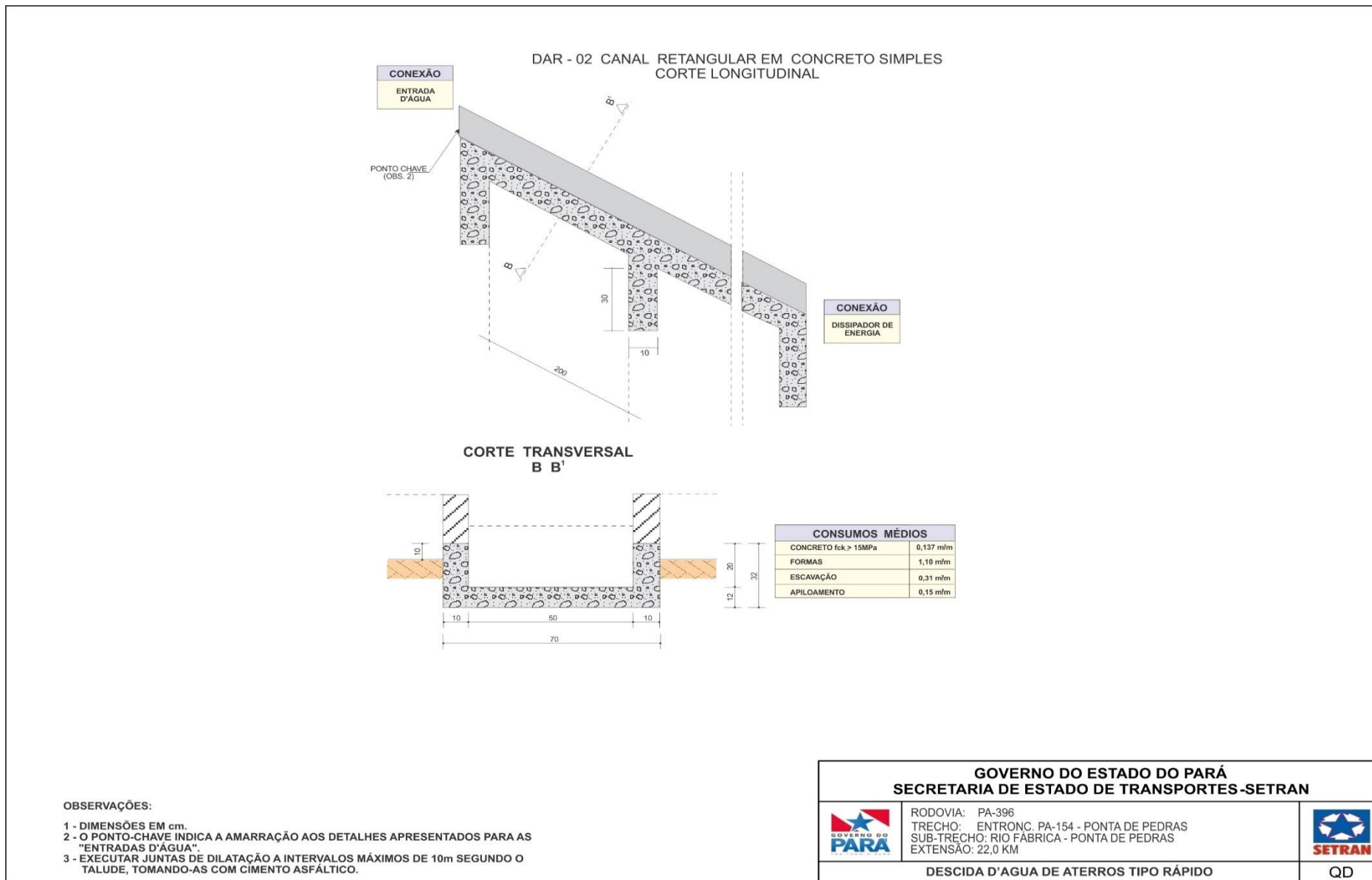
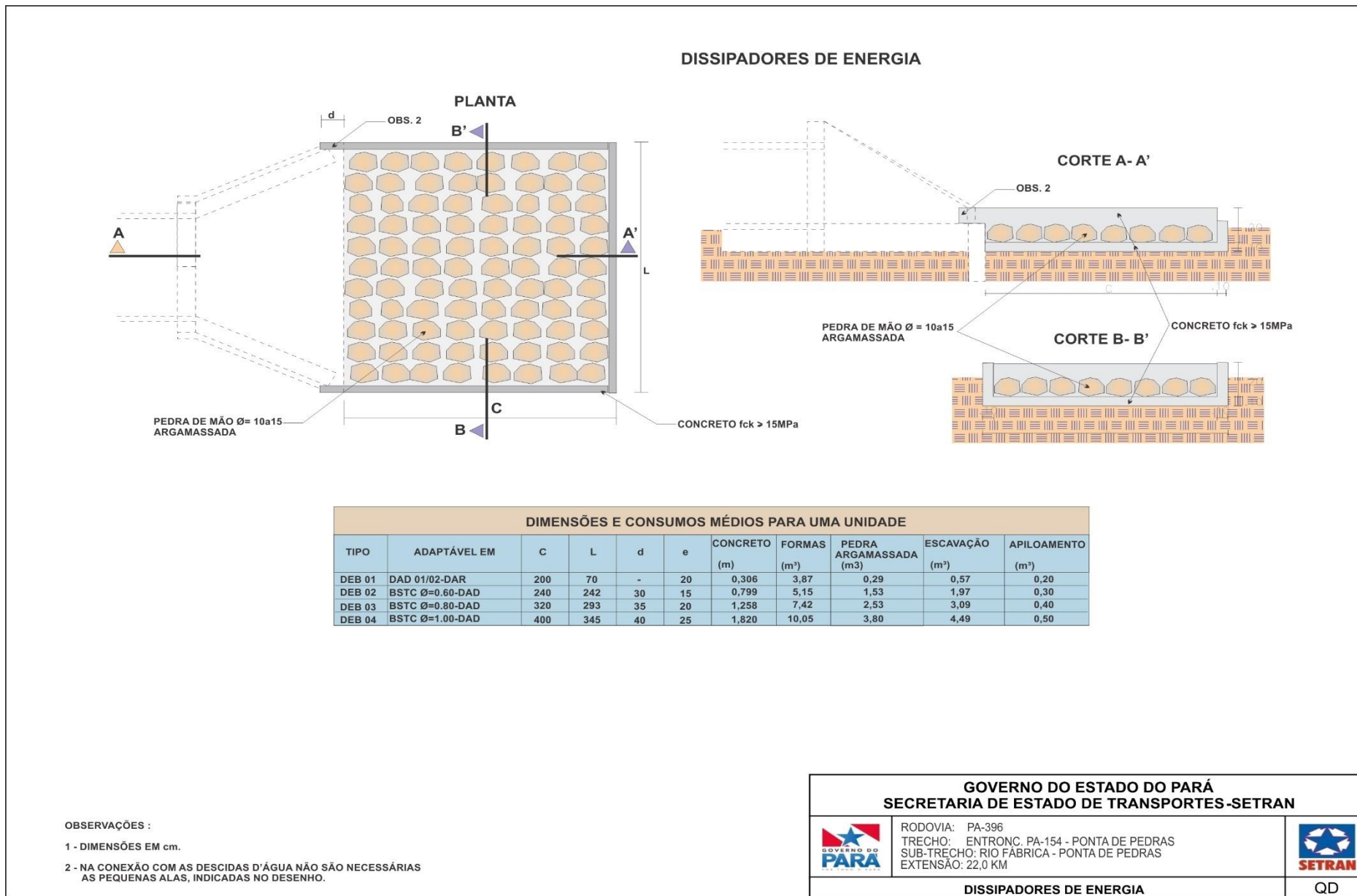


Figura 13 - Entrada para descida d'água



**Figura 14 - Descida d'água de aterro tipo rápido**



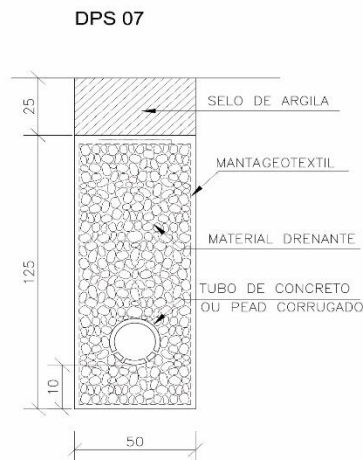
**Figura 15 – Dissipadores de energia**

ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei 11.419/2006)  
 EM 25/09/2023 15:51 (Hora Local) - Aut. Assinatura: 0588EBB2D72AEC8E.8D1A440C46250647.87CE33EAAA4C5A44.30A1237C3DDEF450





## 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 <sup>3</sup> /m	0.75	0.75	0.90	0.90	0.75	0.75	0.75	0.75
MATERIAL FILTRANTE	m <sup>3</sup> /m	0.59	0.69	0.59	0.71	-	-	-	-
MATERIAL DRENANTE	m <sup>3</sup> /m	-	-	-	-	0.62	0.75	0.56	0.69
MATERIAL DE PROTEÇÃO	m <sup>3</sup> /m	-	-	0.13	0.13	-	-	-	-
SELO DE ARGILA	m <sup>3</sup> /m	0.10	-	0.12	-	0.13	-	0.13	-
TUBO DE PVC PERFORADO φ=15cm	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 <sup>2</sup> /m	-	-	-	-	3.70	4.30	3.70	4.30
FORMA DE MADEIRA	m <sup>2</sup> /m	-	-	0.88	0.88	-	-	-	-

NOTAS:

- 1 - Dimensões em cm;
- 2 - O projetista definirá a granulometria dos materiais granulares a utilizar e a posição do dreno em seção transversal;
- 3 - 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-396  
 TRECHO: ENT. PA-154 - PONTA DE PEDRAS  
 SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS  
 EXTENSÃO: 22,0 km



DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS PARA CORTES EM SOLO (DPS 07)

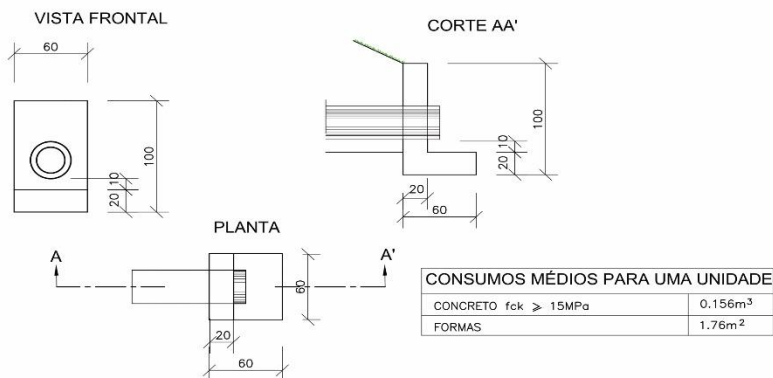
QD

Figura 16 - Dreno Longitudinal

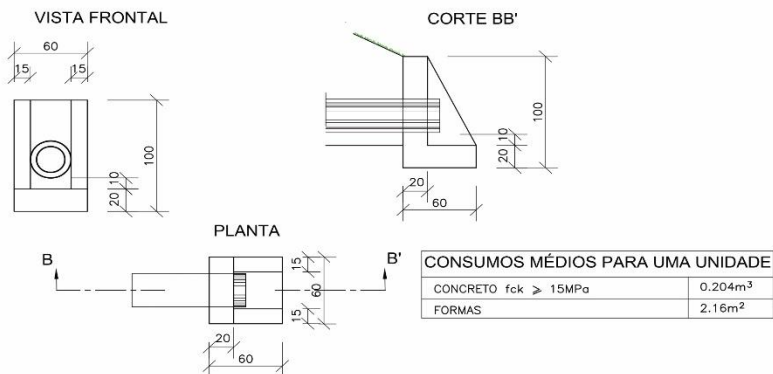


## DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS-DETALHES COMPLEMENTARES

BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 01



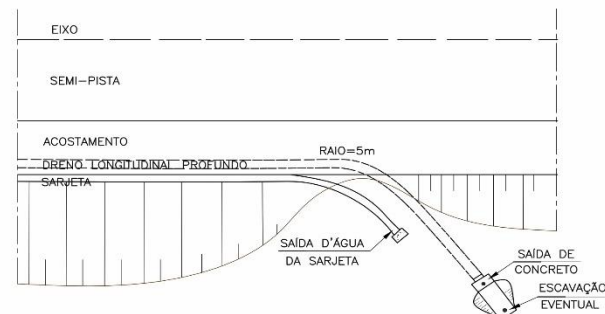
BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 02



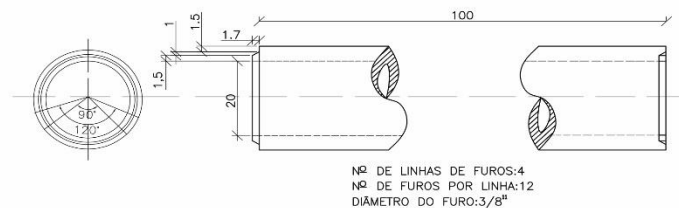
**NOTAS:**

- 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.

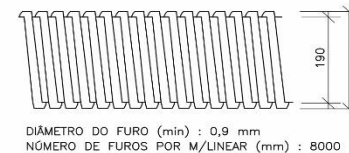
DISPOSIÇÃO EM PLANTA DAS SAÍDAS DOS DRENOS PROFUNDOS



DETALHES DOS TUBOS DE CONCRETO PERFURADOS



DETALHES DE TUBO DRENO CORRUGADO PEAD



<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 km
	
<b>DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS - DETALHES COMPLEMENTARES</b>	
<b>QD</b>	

**Figura 17 - Dreno Longitudinal - Detalhamentos**

#### 4.3.5 OBRAS DE ARTE CORRENTES

Está sendo indicada a implantação de 21 (doze) bueiros por obras tipo BSTC, BDTC e BTTC com diâmetro de Ø0,80m e Ø1,00m, os quais foram indicados pelos estudos hidrológicos, levantamento topográfico e em visitas realizadas em campo, sendo comprovada no escritório a necessidade destes novos elementos através do estudo das bacias hidrográficas e das seções transversais com as plataformas de projeto.

Para o trecho projetado da rodovia PA-396 está sendo indicada a necessidade de implantação de bueiros de acesso lateral do tipo BSTC de Ø0,60m, a fim de atender a estradas vicinais existentes bem como propriedades de terceiros.

#### 4.3.6 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS COMO CANAL

Hidraulicamente, as obras estão sendo dimensionadas como canal, para um tempo de recorrência de 10 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.

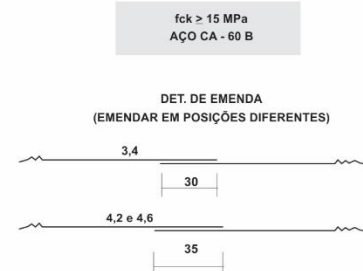
Desta forma, a metodologia adotada baseou-se na teoria do escoamento crítico, na qual a energia específica mínima é tomada como sendo igual à altura do bueiro. Entre os regimes de fluxos possíveis de ocorrer (crítico, rápido e subcrítico), optou-se pela adoção do fluxo crítico.

A verificação da capacidade dos bueiros tubulares foi realizada considerando-se que a obra deverá trabalhar como canal para o período de recorrência de 10 anos.

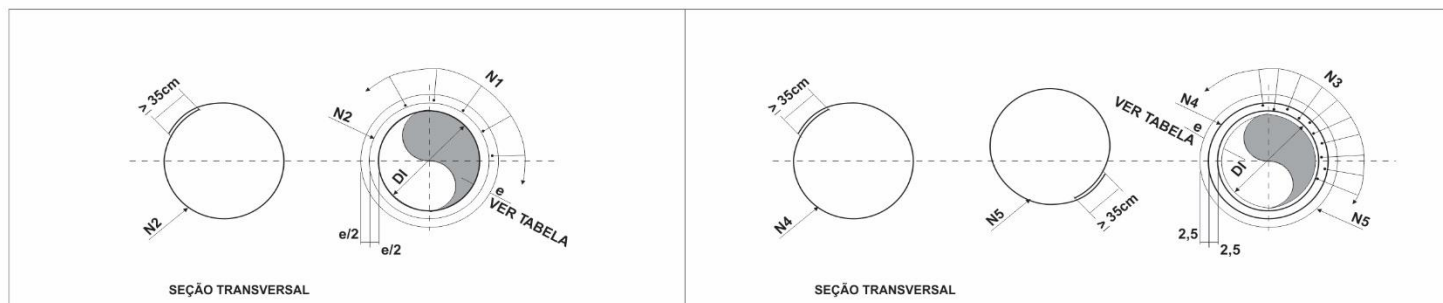
O quadro a seguir detalha com maior clareza a localização por estaca, tipo, diâmetro, situação e intervenção necessária para estes dispositivos de drenagem profunda com as devidas escavações e reaterros e quantidades de corpo de bueiro com suas respectivas alas, bem como o detalhamento destes dispositivos.



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	4,2	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



CA-1 (ALTURA DE ATERRO) 1,0 a ≤ 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	60	80	100	120	150	BITOLA	60	80	100	120	150	BITOLA	60	80	100	120	150	BITOLA	60	80	100	120	150	
Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	Ø	kg/m	PESO (kg)	PESO (kg)	PESO (kg)	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	-	-	-	5,0	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	-	8,0	0,393	-	-	39	69	
												8,0	0,393	-	-	52	-							
<b>TOTAIS</b>		4	6	14	18	30		5	10	18	27	44		10	17	23	36	59		13	20	31	45	76





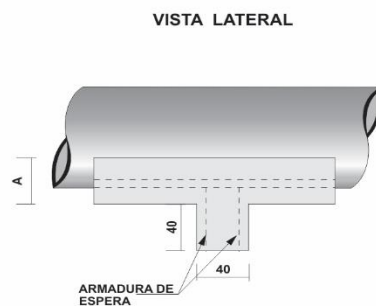
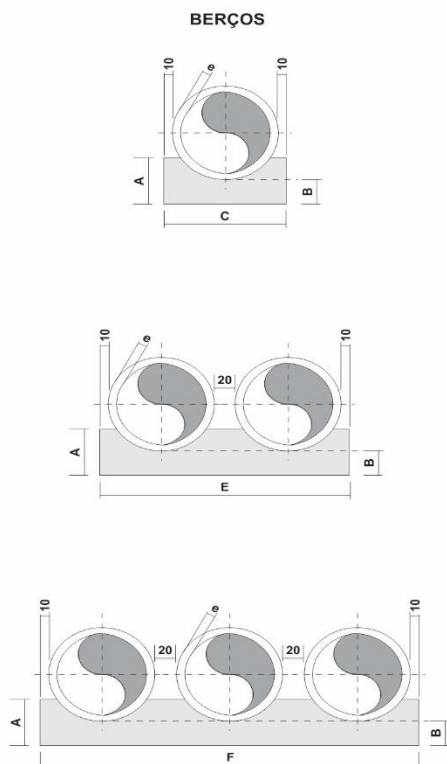
<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
<b>SEÇÃO TRANSVERSAL DE BUEIRO</b>	
	
<b>QD</b>	

Figura 18 - Seção transversal de bueiro





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	3,275	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

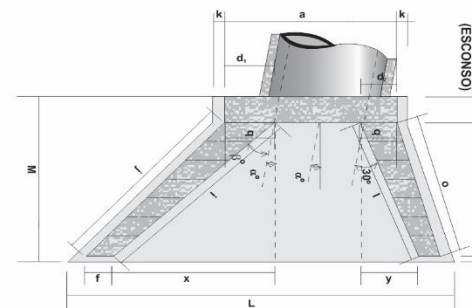
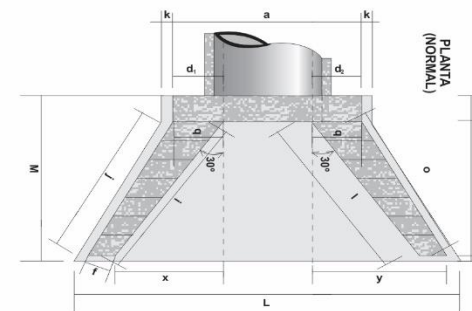
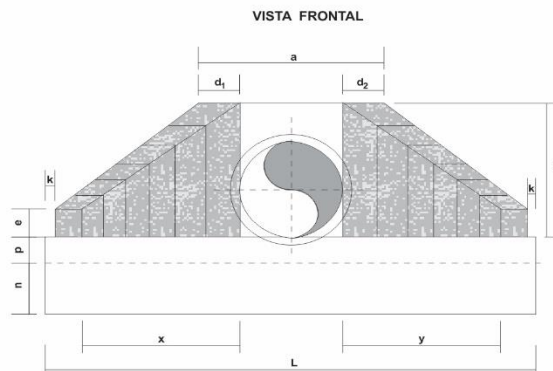
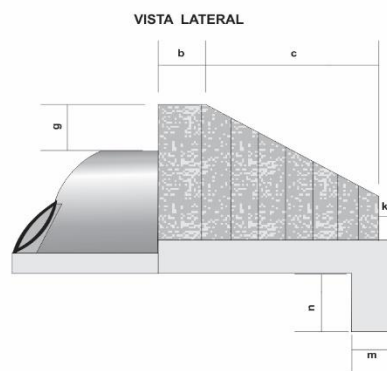
**OBSERVAÇÕES:**

- 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
- TODOS OS BUEIROS SERÃO EXECUTADOS COM BERÇOS
- NOS DENTES SERÃO COLOCADAS ARMADURAS DE ESPERA: 2ø 10mm A CADA 100 COM COMPRIMENTO DE B+35
- UTILIZAR NOS BERÇOS CONCRETO CICLÓPICO fck ≥ 15 MPa
- DIMENSÕES EM cm

<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
<b>BERÇOS E DENTES PARA ASSENTAMENTO DE BUEIRO</b>	
	
<b>QD</b>	

**Figura 19 - Berços e dentes para assentamento de bueiros**







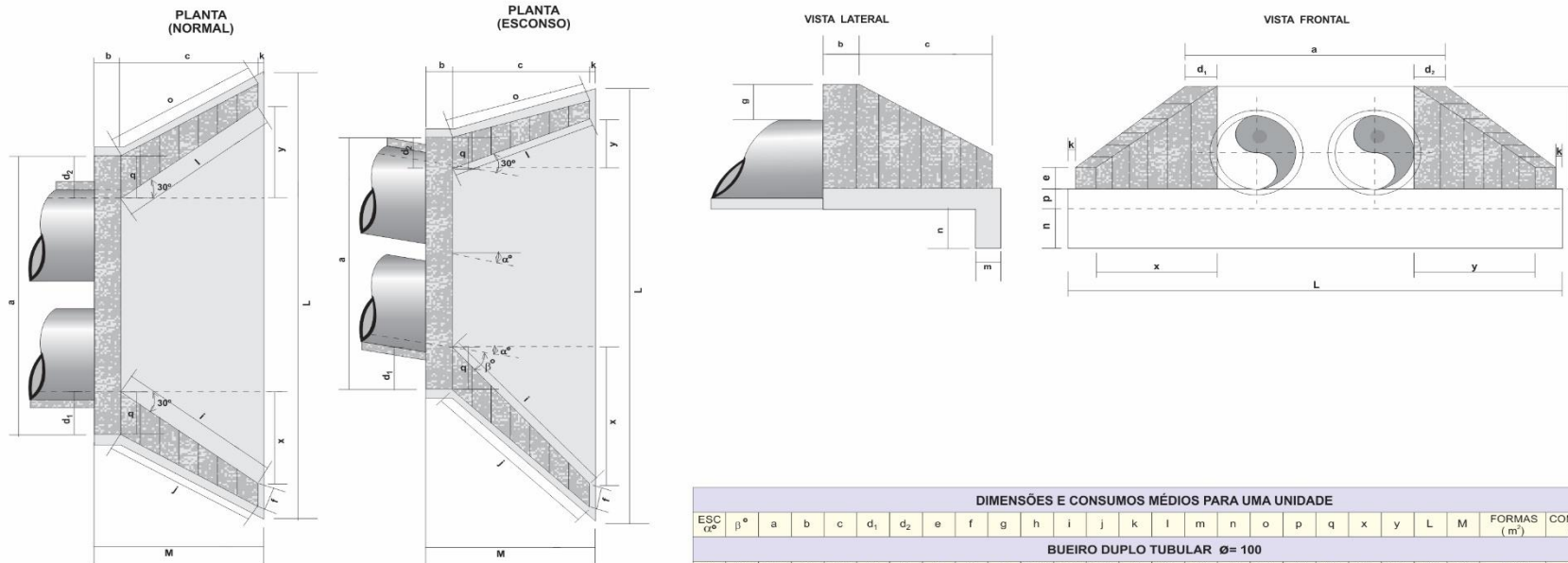
DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE																				FORMAS (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )				
ESC α°	β°	a	b	c	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q			x	y	L	M
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø=60</b>																									
0	30	106	20	125	23	23	15	10	30	98	144	133	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
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø=80</b>																									
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
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR Ø=100</b>																									
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 fck ≥ 15 MPa
- 3 - UTILIZAR PREFERENCIALMENTE BOCAS NORMAIS PARA BUEIROS ESCONSOS AJUSTANDO O TALUDE DE ATERRO ÀS ALAS E/OU PROLONGANDO O CORPO DE BUEIRO

<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
	
<b>BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO - BSTC</b>	
<b>QD</b>	



**Figura 20 - BSTC bocas normais e esconsas**



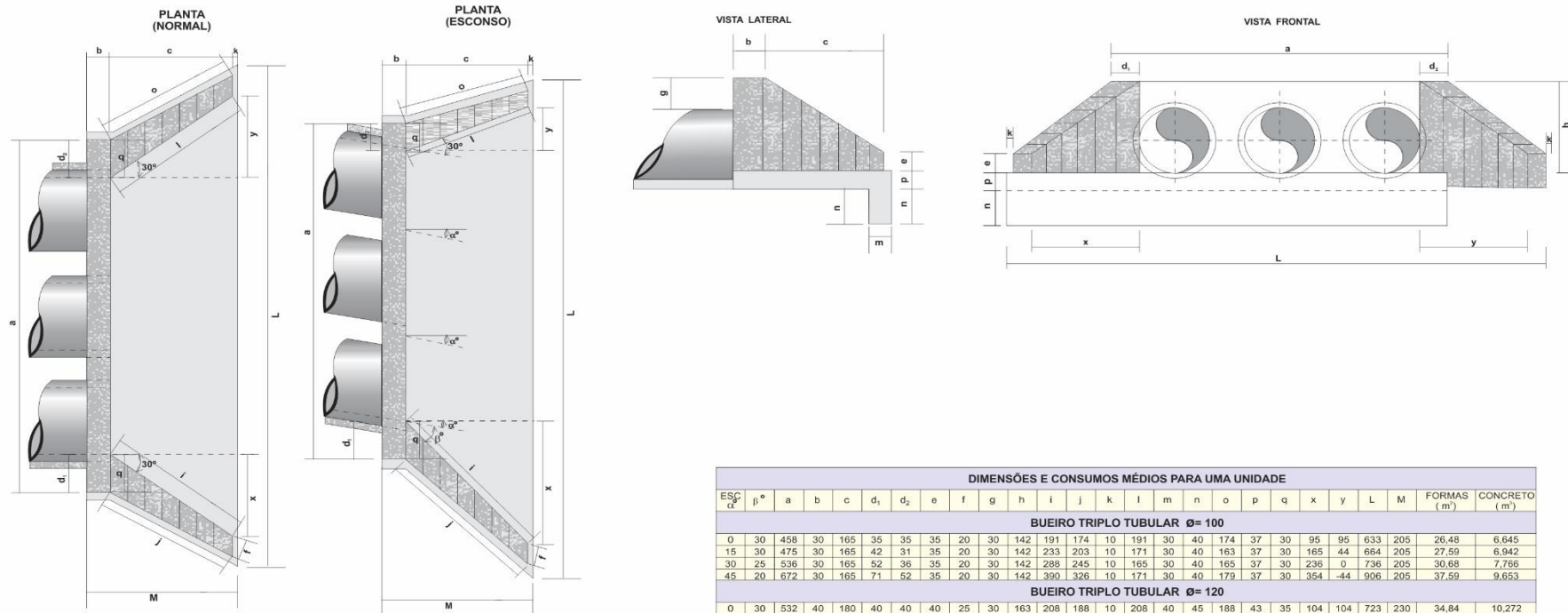
DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE																											
ESC (x°)	$\beta$ °	a	b	c	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	x	y	L	M	FORMAS (m³)	CONCRETO (m³)		
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR Ø= 100</b>																											
0	30	314	30	165	35	35	30	20	30	142	191	174	10	191	30	40	174	37	30	95	95	489	205	21,08	5,106		
15	30	326	30	165	42	31	30	20	30	142	233	203	10	171	30	40	163	37	30	165	44	515	205	22,00	5,350		
30	25	370	30	165	52	36	30	20	30	142	288	245	10	165	30	40	165	37	30	236	0	569	205	24,45	5,987		
45	20	468	30	165	71	52	30	20	30	142	390	326	10	171	30	40	179	37	30	354	-44	702	205	29,94	7,470		
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR Ø= 120</b>																											
0	30	366	40	180	40	40	35	25	30	163	208	188	10	208	40	45	188	43	35	104	104	557	230	27,75	7,889		
15	30	382	40	180	50	36	35	25	30	163	255	220	10	186	40	45	177	43	35	180	48	586	230	28,99	8,289		
30	25	434	40	180	61	43	35	25	30	163	314	264	10	180	40	45	180	43	35	257	0	647	230	32,17	9,285		
45	20	550	40	180	83	63	35	25	30	163	426	351	10	186	40	45	196	43	35	386	-48	797	230	39,35	11,607		
<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR Ø= 150</b>																											
0	30	440	50	260	46	46	35	30	30	194	300	277	10	300	40	45	277	52	40	150	150	720	320	42,14	15,138		
15	30	458	50	260	57	41	35	30	30	194	368	328	10	269	40	45	258	52	40	260	70	760	320	44,09	15,912		
30	25	522	50	260	70	50	35	30	30	194	453	396	10	260	40	45	260	52	40	371	0	841	320	49,06	17,876		
45	20	662	50	260	95	75	35	30	30	194	615	530	10	269	40	45	280	52	40	558	-70	1042	320	60,18	22,422		

**OBSERVAÇÕES:**

- 1 - DIMENSÕES EM cm
- 2 - UTILIZAR CONCRETO CICLÓPICO fck ≥ 15 MPa
- 3 - UTILIZAR PREFERENCIALMENTE BOCAS NORMAIS PARA BUEIROS ESCONSOS AJUSTANDO O TALUDE DE ATERRO AS ALAS E/OU PROLONGANDO O CORPO DE BUEIRO


<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
	<b>BUEIRO DUPLO TUBULAR DE CONCRETO - BDTC</b>
<b>QD</b>	

**Figura 21 - BDTC bocas normais e esconsas**



**OBSERVAÇÕES:**

- 1 - DIMENSÕES EM cm
- 2 - UTILIZAR CONCRETO CICLÓPICO fck ≥ 15 MPa
- 3 - UTILIZAR PREFERENCIALMENTE BOCAS NORMAIS PARA BUEIROS ESCONSOS AJUSTANDO O TALUDE DE ATERRO AS ALAS E/OU PROLONGANDO O CORPO DE BUEIRO

<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b>	
<b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
<b>BUEIRO TRIPLO TUBULAR DE CONCRETO - BTTC</b>	
<b>QD</b>	

**Figura 22 - 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.

Assim, Atendendo a Instrução de Serviço do DNIT IS-206 - Estudos Geotécnicos foram executados ao longo do trecho 45 (quarenta e cinco) furos de sondagens, na profundidade de até 1,50 m abaixo do greide do projeto geométrico. As sondagens do subleito resultaram no valor do CBR de projeto de 8,17%.

### 4.4.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO

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 29 - 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 às 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 granulométricas A, B, C, D, E OU F da AASHTO.

#### 4.4.3 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 2022), calculado segundo a metodologia preconizada pelo AASHTO, 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 30 - Valores para “N”**

Local	Observação	Número "N"
		USACE

Pista de rolamento	-	2,13E+06
Acostamento <sup>1</sup>	-	6,49E+04

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.

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

**Quadro 31 - Espessura mínima de revestimento em função do “N”.**

N	Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT, 2006.

A seguir é apresentado o resultado da análise:

**Quadro 32 - Análise em função de “N”**

Segmento	Observação	Número “N” considerado	Espessura do revestimento betuminoso DNIT
		USACE	(cm)
Pista de rolamento	-	2,13E+06	5,00
Acostamento	-	6,39E+04	3,00

Fonte: Elaboração Própria.

No que diz respeito ao revestimento dos acostamentos, devido à sua pequena espessura, a solução com tratamento superficial betuminoso não aumenta substancialmente a resistência estrutural do pavimento, além do mais, os elevados índices pluviométricos da região não favorece a adoção deste como solução de revestimento.

<sup>1</sup> - Valor de “N” considerando um percentual de 3% do volume de tráfego aferido para a pista de rolamento

Diante disso é indicada a adoção de 3,00 cm de CBUQ como revestimento asfáltico nos acostamentos, devido o mesmo apresentar maior resistência às 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).

#### 4.4.4 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;

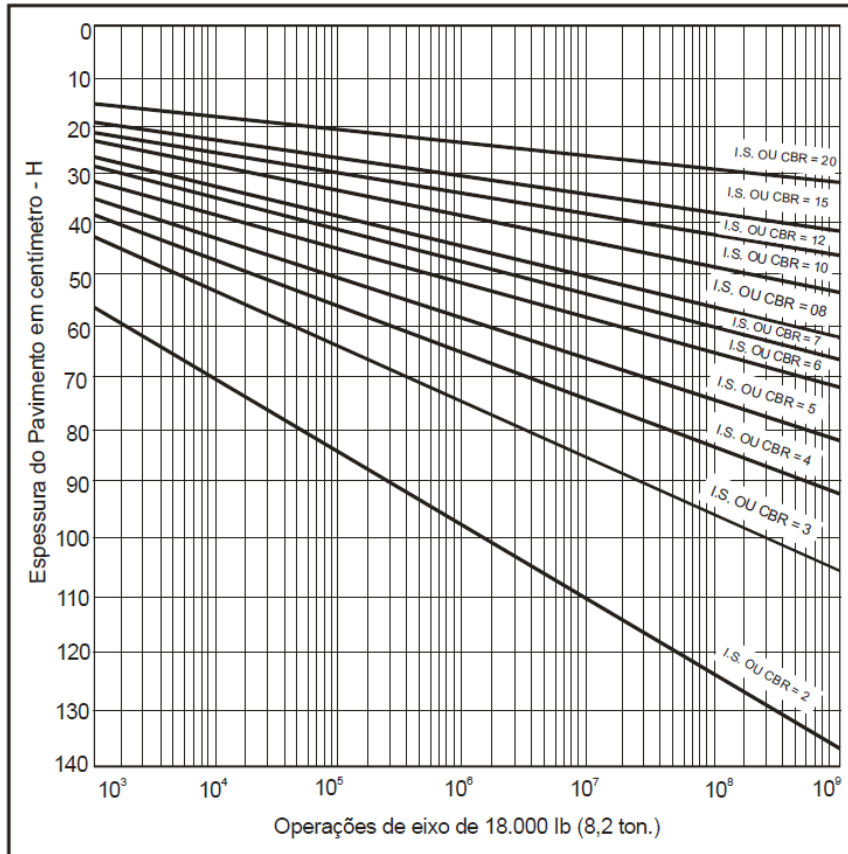
hn = espessura do reforço do subleito;

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 29.

As espessuras equivalentes Hm, Hn, H20 são obtidas através das inequações apresentadas ou pelo Ábaco do DNIT a seguir (Figura 23), 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 23 - 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 31, para os coeficientes de equivalência estrutural.

**Quadro 33 - Coeficientes Estruturais para os Materiais.**

Material constituinte da camada	Coeficientes Estruturais (K)
<b>Base ou revestimento de concreto betuminoso</b>	<b>2,00</b>
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
<b>Camadas granulares</b>	<b>1,00</b>
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-4, com índice de suporte Califórnia (CBR) médio de = 8,00%;
- ✓ 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 24 apresenta a simbologia das camadas de pavimentos asfálticos.

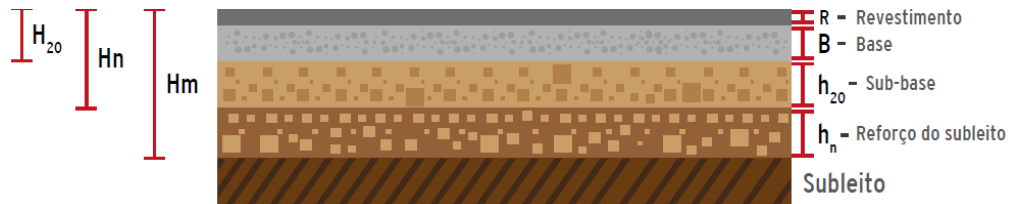


Figura 24 - Simbologia das camadas do pavimento DNIT, 2006.

#### 4.4.4.1.1 ESPESSURA DO REVESTIMENTO BETUMINOSO

Conforme apresentado no Quadro 30, a espessura mínima do revestimento betuminoso para a pista de rolamento e acostamento considerando o número “N” de  $2,13E+06$  e  $6,39E+04$  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.

#### 4.4.4.1.2 DETERMINAÇÃO DAS CAMADAS Hm, H20 E Hn

Definido o tráfego correspondente a “N” e valor do CBR do subleito, 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

$$H_m = 77,67 \times (2,13 \times 10^6)^{0,0482} \times 8,00^{-0,598}$$

$$H_m = 45,00 \text{ cm}$$

##### Acostamento

$$H_m = 77,67 \times (6,39 \times 10^4)^{0,0482} \times 8,00^{-0,598}$$

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

A espessura (Hm) 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 (H<sub>20</sub>), tem-se:



### Pista de rolamento

$$H_{20} = 77,67 \times (2,13 \times 10^6)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 26,00 \text{ cm}$$

### Acostamento

$$H_{20} = 77,67 \times (6,39 \times 10^4)^{0,0482} \times 20^{-0,598}$$

$$H_{20} = 22,00 \text{ cm}$$

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.

Para as camadas de revestimento betuminoso, base e sub-base ( $H_n$ ), tem-se:

### Pista de rolamento

$$H_n = 77,67 \times (2,13 \times 10^6)^{0,0482} \times 8,00^{-0,598}$$

$$H_n = 45,00 \text{ cm}$$

### Acostamento

$$H_n = 77,67 \times (6,39 \times 10^4)^{0,0482} \times 8,00^{-0,598}$$

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

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

#### 4.4.4.1.3 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);

$K_{CBUQ} = 2,00$ ;

$K_B = 1,00$ ;

$H_{20} = 26,00$  (pista de rolamento) e  $22,00$  (acostamento).



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

#### Pista de rolamento

$$5,00 \times 2,00 + B \times 1,00 > 26,00$$

$$B = 16,00$$

#### Acostamento

$$3,00 \times 2,00 + B \times 1,00 > 22,00$$

$$B = 16,00$$

Espessura da base adotada = 15,00 cm (pista de rolamento) e 15,00 cm (acostamento).

#### 4.4.4.1.4 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);

$K_{CBUQ} = 2,00$ ;

$K_B = 1,00$ ;

$B = 15,00$  (pista de rolamento) e  $15,00$  (acostamento);

$K_S = 1,00$

$H_n = 45,00$  (pista de rolamento),  $38$  (acostamento).

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

#### Pista de rolamento

$$5,00 \times 2,00 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 > 45,00$$

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

#### Acostamento

$$3,00 \times 2,00 + 15,00 \times 1,00 + h_{20} \times 1,00 > 38,00$$

$$h_{20} = 17,00 \text{ cm}$$

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.

## 4.4.5 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

**Quadro 34 - Resumo do Dimensionamento Pista de rolamento**

PISTA DE ROLAMENTO - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT	
<b>EMPREENHIMENTO:</b> RODOVIA PA-396	<b>TRECHO:</b> ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS
<b>SUB-TRECHO:</b> RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS	<b>EXTENSÃO:</b> 22,00 km

Dados do Projeto		Coeficientes Estruturais		
Número "N"	2,13E+06	<b>Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)</b>	<b>K<sub>n</sub></b>	<b>Valor</b>
CBR do Subleito (%)	8,00	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 (%)	8,00			

1. Espessuras em termos de base granular	
H <sub>m</sub>	45,00
H <sub>20</sub>	26,00
H <sub>n</sub>	45,00

**2. Cálculo das Espessuras das Camadas**  
Uma vez determinadas as espessuras H<sub>m</sub>, H<sub>20</sub> e H<sub>n</sub>, e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h<sub>20</sub>) e reforço (hr) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

- $R \cdot KR + B \cdot KB \geq H_{20}$
- $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s \geq H_n$
- $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s + hr \cdot K_{rf} \geq H_m$

Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)		
<b>Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)</b>	<b>K<sub>n</sub></b>	<b>Valor</b>
Camadas granulares - BGR	KB	1,0
Camadas granulares - SOLBR	KB	1,0
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

Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso	
<b>Número "N"</b>	<b>Solução</b>
1,00E+06	TSD
5,00E+06	5,00
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 <sub>REVESTIMENTO</sub>	5,00	cm
Valor Adotado:		5,00	cm

#### a) Espessura da Camada de BASE

Camadas granulares - SGR	H <sub>BASE</sub>	16,00	cm
Valor Adotado:		15,00	cm

#### b) Espessura da Camada de SUB-BASE

Camadas granulares - SGR	H <sub>SUB-BASE</sub>	20,00	cm
Valor Adotado:		20,00	cm

#### c) Espessura da Camada de REFORÇO

Camadas granulares - SGR	H <sub>REFORÇO</sub>	-	cm
Valor Adotado:		0,00	cm

### 3. Diagrama da Estrutura do Pavimento

<b>CBUQ</b>	H <sub>REVESTIMENTO</sub>	5,00	cm
<b>BASE</b>	H <sub>BASE</sub>	15,00	cm
<b>SUB-BASE</b>	H <sub>SUB-BASE</sub>	20,00	cm
<b>REFORÇO</b>	H <sub>SELO</sub>	-	cm
		40,00	

#### 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 35 - Resumo do Dimensionamento Acostamento

ACOSTAMENTO - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT	
<b>EMPREENHIMENTO:</b> RODOVIA PA-396	<b>TRECHO:</b> ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS
<b>SUB-TRECHO:</b> RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS	<b>EXTENSÃO:</b> 22,00 km

Dados do Projeto		Coeficientes Estruturais		
Número "N"	6,39E+04	<b>Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)</b>	<b>K<sub>n</sub></b>	<b>Valor</b>
CBR do Subleito (%)	8,00	Base ou revestimento por penetração	KRT	1,2
Espessura do Revestimento (cm)	3,00	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 (%)	8,00			
<b>1. Espessuras em termos de base granular</b>		<b>Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)</b>	<b>K<sub>n</sub></b>	<b>Valor</b>
H <sub>m</sub>	38,00	Camadas granulares - BGR	KB	1,0
H <sub>20</sub>	22,00	Camadas granulares - SOLBR	KB	1,0
H <sub>n</sub>	38,00	Camadas granulares - SGR	KS	1,0
<b>2. Cálculo das Espessuras das Camadas</b>		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,10 e 2,80 MPa	KB	1,2
Uma vez determinadas as espessuras H <sub>m</sub> , H <sub>20</sub> e H <sub>n</sub> , e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h <sub>20</sub> ) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:		Bases de solo cimento - SC	KB	1,2
a) $R \cdot KR + B \cdot KB \geq H_{20}$		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,80 e 4,50MPa	KB	1,4
b) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s \geq H_n$		Solo Cimento - Rc (7 dias) > 4,50MPa (BSC1)	KB	1,7
c) $R \cdot KR + B \cdot KB + h_{20} \cdot K_s + h_r \cdot K_{rf} \geq H_m$				
<b>2.1 Espessura da Camada de Revestimento</b>		<b>Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso</b>		
Base ou revestimento em CBUQ	H <sub>REVESTIMENTO</sub>	3,00	Número "N"	Solução
Valor Adotado :		3,00	1,00E+06	TSD
a) Espessura da Camada de BASE			5,00E+06	5,00
Camadas granulares - SGR	H <sub>BASE</sub>	16,00	1,00E+07	7,50
Valor Adotado :		15,00	5,00E+07	10,00
b) Espessura da Camada de SUB-BASE			-	12,50
Camadas granulares - SGR	H <sub>SUB-BASE</sub>	17,00		
Valor Adotado:		20,00		
c) Espessura da Camada de REFORÇO				
Camadas granulares - SGR	H <sub>REFORÇO</sub>	-		
Valor Adotado:		0,00		
<b>3. Diagrama da Estrutura do Pavimento</b>				
CBUQ	H <sub>REVESTIMENTO</sub>	3,00		
BASE	H <sub>BASE</sub>	15,00		
SUB-BASE	H <sub>SUB-BASE</sub>	20,00		
REFORÇO	H <sub>SELO</sub>	-		
		38,00		

**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.

#### 4.4.6 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

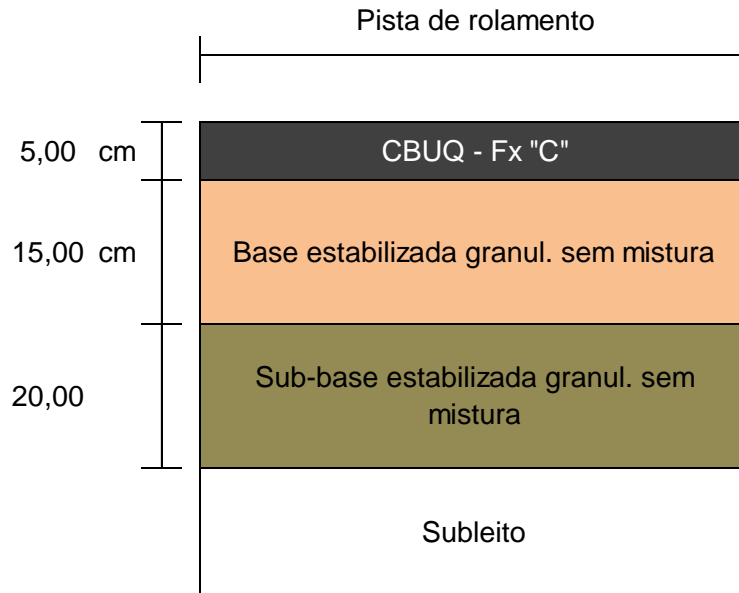


Figura 25 - Linear da Pista de rolamento

##### ➤ Acostamento

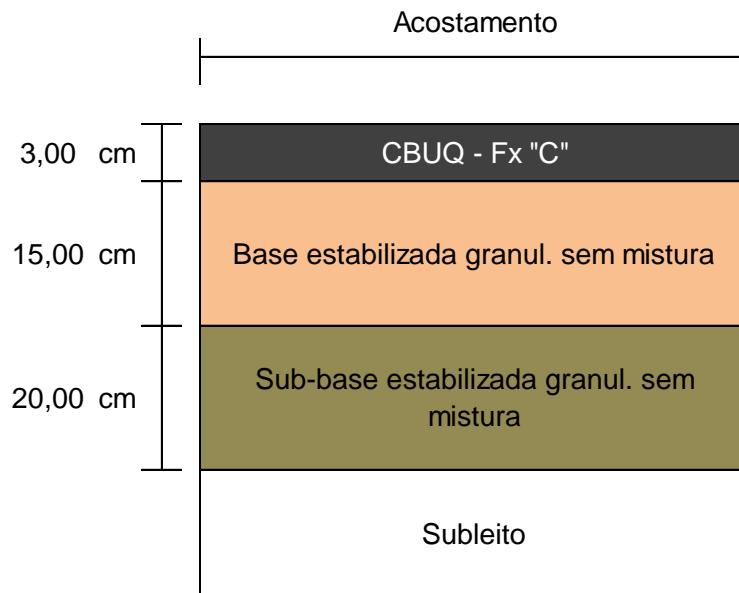


Figura 26 - Linear de Acostamento

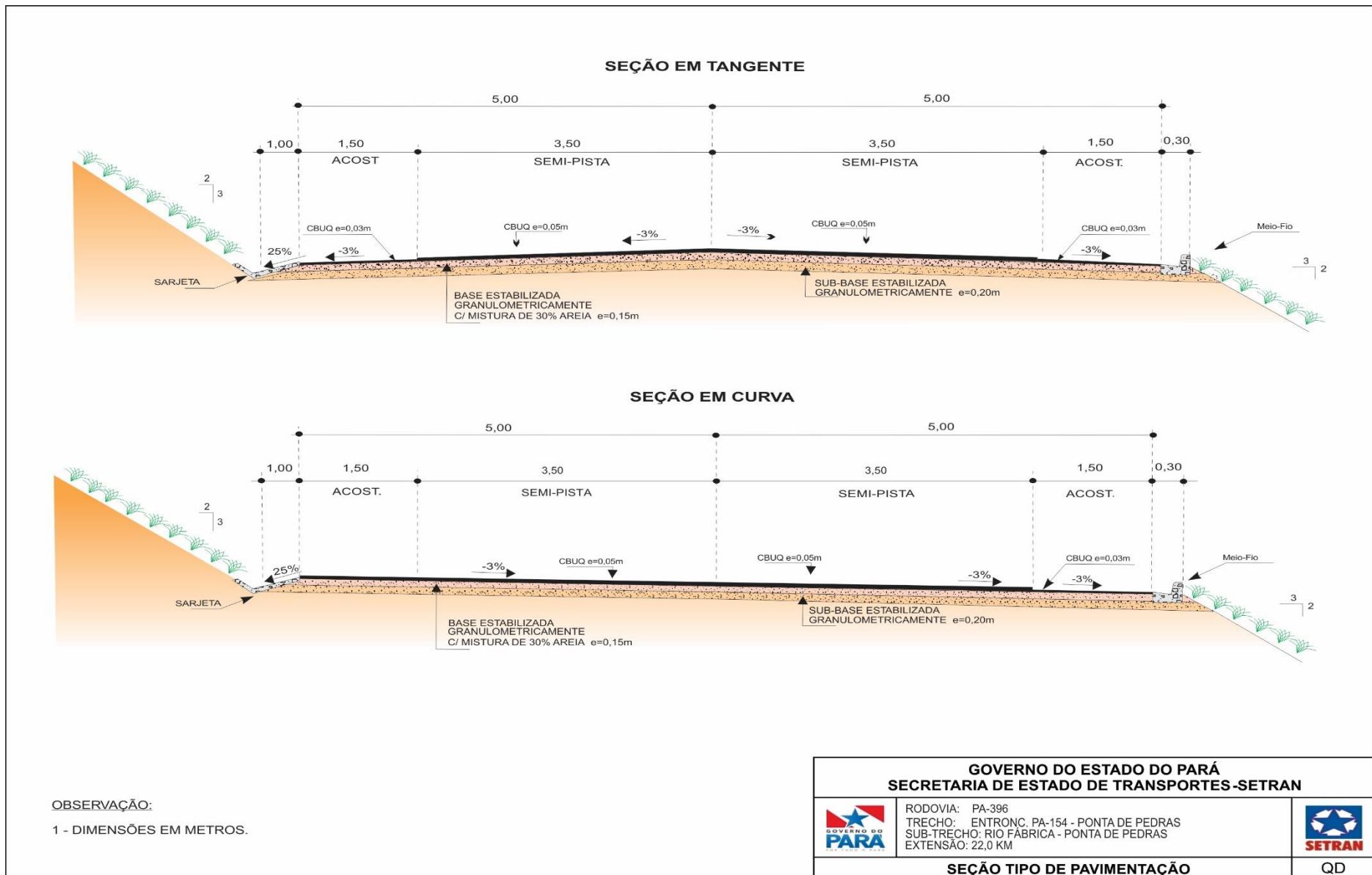
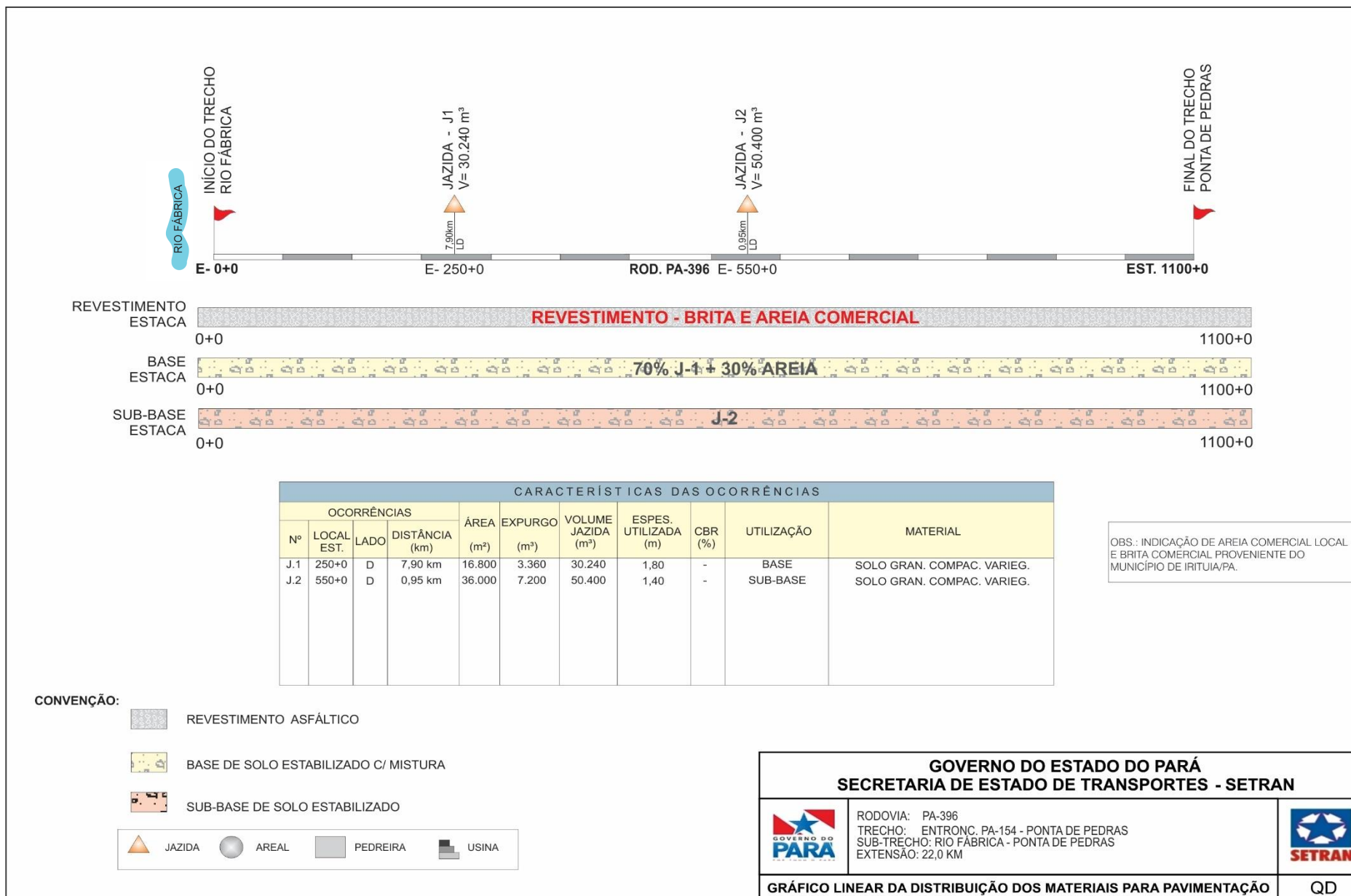




Figura 27 - Seção tipo de Pavimentação

ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei 11.419/2006)  
EM 25/09/2023 15:51 (Hora Local) - Aut. Assinatura: 0588EBB2D72AEC8E.8D1A440C46250647.87CE33EAAA4C5A44.30A1237C3DDEF450





**Figura 28 - Gráfico linear dos materiais de pavimentação**

**Quadro 36 - Regularização do subleito**



SEGMENTO		REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO						TRANSPORTE						
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DESTINO	DMT (Km)	UND	QUANT.
								OCORR.	ESTACA	D. EIXO				
<b>IMPLANTAÇÃO DE ACOSTAMENTO</b>														
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	4,00	29.200,00	m <sup>2</sup>	29.200,00								
<b>PLATAFORMA TOTAL</b>														
0 + 0,00	735 + 0,00	14.700,00	11,85	174.195,00	m <sup>2</sup>	174.195,00								
<b>LIMPARODAS</b>														
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	8,00	1.600,00	m <sup>2</sup>	1.600,00								
						<b>204.995,00</b>								
							<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>							
							 RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM							
							<b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b>					<b>QD</b>		





**Quadro 37 - Sub-base estabilizada granulometricamente**

SEGMENTO		SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOM. SEM MISTURA						TRANSPORTES							
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESP. (m)	VOLUME (m³)	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DESTINO (PISTA)			
									OCORR.	ESTACA	D. EIXO	DMT(km)	UND	QUANT.	
<b>IMPLANTAÇÃO DE ACOSTAMENTO</b>															
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	4,00	0,20	5.840,00	m³	5.840,00	SOLO	J-2	550 + 0,0	0,95	8,30	m³ x Km	48.472,0	
<b>PLATAFORMA TOTAL</b>															
0 + 0,00	735 + 0,00	14.700,00	11,55	0,20	33.957,00	m³	33.957,00	SOLO	J-2	550 + 0,0	0,95	5,53	m³ x Km	187.826,1	
<b>LIMPA RODAS</b>															
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	7,00	0,20	280,00	m³	280,00	SOLO	J-2	550 + 0,0	0,95	11,95	m³ x Km	3.346,0	
							<b>40.077,00</b>					<b>5,98</b>	<b>239.644,10</b>		
<p><b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b>  <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>RODOVIA: PA-396  TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS  SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS  EXTENSÃO: 22,0 KM</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p><b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b> <span style="float: right;"><b>QD</b></span></p>															



**Quadro 38 - Base estabilizada granulometricamente com mistura**

SEGMENTO		BASE ESTABILIZADA GRANULOM. COM MISTURA 70% SOLO 30% AREIA						TRANSPORTES							
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESP. (m)	VOLUME (m³)	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DESTINO (PISTA)			
									OCORR.	ESTACA	D. EIXO	DMT(km)	UND	QUANT.	
<b>IMPLANTAÇÃO DE ACOSTAMENTO</b>															
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	4,00	0,15	4.380,00	m³	4.380,00	SOLO	J-1	250 + 0,0	7,90	21,25	m³ x Km	93.075,0	
<b>PLATAFORMA TOTAL</b>															
0 + 0,00	735 + 0,00	14.700,00	11,05	0,15	24.365,25	m³	24.365,25	SOLO	J-1	250 + 0,0	7,90	12,90	m³ x Km	314.311,7	
<b>LIMPA RODAS</b>															
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	6,30	0,15	189,00	m³	189,00	SOLO	J-1	250 + 0,0	7,90	12,90	m³ x Km	2.438,1	
							<b>28.934,25</b>				<b>14,15</b>	<b>409.824,83</b>			
<p><b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>GOVERNO DO PARÁ</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>SETRAN</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b></p>															
														QD	



**Quadro 39 - Imprimação**

SEGMENTO		IMPRIMAÇÃO					TRANSPORTES								MATERIAL BETUMINOSO				
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DEST.	DMT (Km)	TAXA APLIC. (%)	UND	QUANT.	TIPO	TAXA APLIC. (%)	UND	QUANT.
								OCORR.	ESTACA	D. EIXO									
<b>IMPLANTAÇÃO DE ACOSTAMENTO</b>																			
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	3,00	21.900,00	m <sup>2</sup>	21.900,00	CM-30	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	10,6	1,20	txKm	277,3	CM-30	1,2 l/m <sup>2</sup>	t	26,28
<b>PLATAFORMA TOTAL</b>																			
0 + 0,00	735 + 0,00	14.700,00	10,00	147.000,00	m <sup>2</sup>	147.000,00	CM-30	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	3,9	1,20	txKm	688,6	CM-30	1,2 l/m <sup>2</sup>	t	176,40
<b>LIMPA RODAS</b>																			
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	6,00	1.200,00	m <sup>2</sup>	1.200,00	CM-30	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	3,9	1,20	txKm	5,6	CM-30	1,2 l/m <sup>2</sup>	t	1,44
					m <sup>2</sup>	<b>170.100,00</b>	<b>CM-30</b>												
												<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>							
																			
												RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM							
												<b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b>				<b>QD</b>			

### Quadro 40 - Pintura de Ligação

SEGMENTO		PINTURA DE LIGAÇÃO					TRANSPORTES								MATERIAL BETUMINOSO			
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DEST.	DMT (Km)	TAXA DE APLIC. (%)	UND	QUANT.	TAXA DE APLIC. (%)	UND	QUANT.
								OCORR.	ESTACA	D. EIXO								
<b>IMPLANTAÇÃO DE ACOSTAMENTO</b>																		
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	3,00	21.900,00	m <sup>2</sup>	21.900,00	RR-2C	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	10,55	0,5 l/m <sup>2</sup>	txKm	115,52	1,20	t/m <sup>2</sup>	26,28
<b>PISTA DE ROLAMENTO / ACOSTAMENTO</b>																		
0 + 0,00	735 + 0,00	14.700,00	10,00	147.000,00	m <sup>2</sup>	147.000,00	RR-2C	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	3,90	0,5 l/m <sup>2</sup>	txKm	286,93	1,20	t/m <sup>2</sup>	176,40
<b>PISTA DE ROLAMENTO</b>																		
735 + 0,00	1100 + 0,00	7.300,00	7,00	51.100,00	m <sup>2</sup>	51.100,00	RR-2C	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	10,55	0,5 l/m <sup>2</sup>	txKm	269,55	1,20	t/m <sup>2</sup>	61,32
<b>LIMPA RODAS</b>																		
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	6,00	1.200,00	m <sup>2</sup>	1.200,00	RR-2C	Usina	400 + 0,0	0,20	pista	7,48	0,5 l/m <sup>2</sup>	txKm	4,49	1,20	t/m <sup>2</sup>	1,44
					m <sup>2</sup>	<b>221.200,00</b>												
<p>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p>   <p>RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM</p> <p><b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b></p>																		
																QD		

**Quadro 41 – CBUQ**

SEGMENTO		CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE PISTA DE ROLAMENTO/ACOSTAMENTO							TRANSPORTES							MATERIAL BETUMINOSO					
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESP. (m)	VOLUME (m³)	DENS. (t/m³)	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DESTINO	DMT (Km)	UND	QUANT.	TIPO	TAXA DE APLIC.	UND	QUANT.	
										OCORR.	ESTACA	D. EIXO									
<b>PISTA DE ROLAMENTO</b>																					
0 + 0,0	735 + 0,0	14.700,00	7,00	0,05	5.145,00	2,40	t	12.348,00	CBUQ	Usina	400 + 0	0,20	pista	3,9	txKm	48.203,4	CAP-20	6,0	t	740,88	
<b>ACOSTAMENTO</b>																					
0 + 0,00	1100 + 0,0	22.000,00	3,00	0,03	1.980,00	2,40	t	4.752,00	CBUQ	Usina	400 + 0	0,20	pista	6,1	txKm	29.030,4	CAP-20	6,0	t	285,12	
<b>LIMPA RODAS</b>																					
0 + 0,0	735 + 0,00	200,00	6,00	0,03	36,00	2,40	t	86,40	CBUQ	Usina	400 + 0	0,20	pista	0,0	txKm	-	CAP-20	6,0	t	5,18	
<b>RECAPEAMENTO</b>																					
735 + 0,00	1100 + 0,0	7.300,00	7,00	0,03	1.533,00	2,40	t	3.679,20	CBUQ	Usina	400 + 0	0,20	pista	10,6	txKm	38.815,6	CAP-20	6,0	t	220,75	
								<b>20.865,60</b>													
<p>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM</p> </div>  </div> <p><b>DEMONSTRATIVOS DE PAVIMENTAÇÃO</b></p>																					
																		<b>QD</b>			

## 5 PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

O presente Projeto Ambiental para atender a área do empreendimento de Construção e Pavimentação da Rodovia PA-396, Lote-III, Trecho: Entronc. PA-154 – Ponta de Pedras, Sub-trecho: Rio Fábrica – Ponta de Pedras, com extensão de 22,00 Km, objetiva 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, Acampamentos, 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.

As medidas para compensar a perda da vegetação consistem no replantio compensatório com espécies nativas. Como é possível viabilizar a necessidade de erradicação de vegetação de preservação com replantio compensatório que, no caso, mais do que compensará as perdas e, desta forma, atender-se às exigências legais.

Os quantitativos estão incorporados no quadro de quantidades dos serviços de reabilitação ambiental apresentado no quadro de quantidades.

A adoção das medidas deverá contribuir para a contenção da erosão e do conseqüente assoreamento dos cursos d'água, além de proteger a qualidade dos mananciais da área.

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

**Quadro 42 - Reabilitação Ambiental**

**REABILITAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE JAZIDAS**

CALCULOS DAS ÁREAS DE JAZIDAS							CALCULOS DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMOS						
JAZIDA	ESTACA	LADO	COMP.	LARG.	ÁREA	OBSERVAÇÃO	EMP.	ESTACA	LADO	COMP.	LARG.	ÁREA	OBSERVAÇÃO
J-1	250	D	140,00	120,00	16.800,00	Apenas área de exploração de mat. p/ uso na base e sub-base	E-1	90	D	220,00	180,00	39.600,00	Apenas área de exploração de mat. p/ uso na execução das camadas de aterros
J-2	550	D	200,00	180,00	36.000,00		E-2	155	D	220,00	200,00	44.000,00	
						E-3	275	D	230,00	160,00	36.800,00		
						E-4	422	D	230,00	160,00	36.800,00		
						E-5	550	D	230,00	160,00	36.800,00		
					<b>52.800,00</b>							<b>194.000,00</b>	

<b>TOTAL</b>	<b>246.800,00 m²</b>
--------------	----------------------



RODOVIA: PA-396  
 TRÉCHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS  
 SUB-TRÉCHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS  
 EXTENSÃO: 22,0 KM





**REABILITAÇÃO AMB. DAS ÁREAS DE JAZIDAS E EMPRÉSTIMOS**

**QD**

**Quadro 43 - Revestimento Vegetal nos Taludes de Aterro**

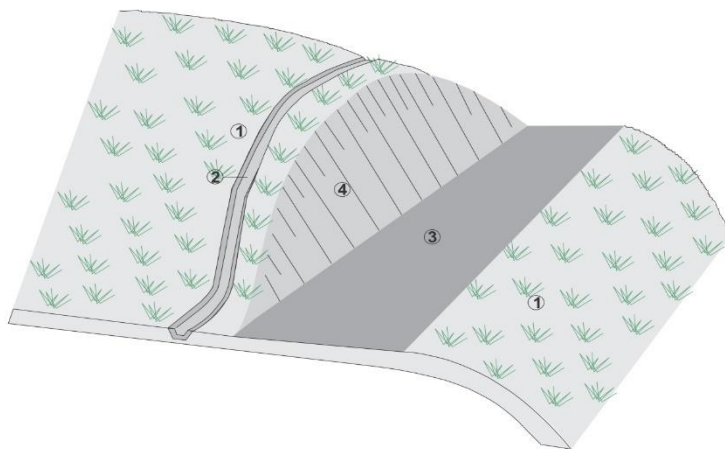
ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)	ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)
0 + 0,0	20 + 0,0	D/E	800,00	8,00	12.800,00						
55 + 15,0	63 + 0,0	D/E	290,00	6,00	3.480,00						
64 + 0,0	80 + 0,0	D/E	640,00	9,00	11.520,00						
93 + 0,0	112 + 0,0	D/E	760,00	8,00	12.160,00						
131 + 0,0	148 + 0,0	D/E	680,00	9,50	12.920,00						
161 + 0,0	178 + 0,0	D/E	680,00	8,50	11.560,00						
197 + 0,0	220 + 0,0	D/E	920,00	7,00	12.880,00						
235 + 0,0	246 + 0,0	D/E	440,00	6,00	5.280,00						
255 + 0,0	269 + 0,0	D/E	560,00	6,00	6.720,00						
288 + 0,0	309 + 0,0	D/E	840,00	6,50	10.920,00						
311 + 0,0	324 + 0,0	D/E	520,00	8,50	8.840,00						
345 + 19,0	358 + 19,0	D/E	520,00	7,50	7.800,00						
380 + 5,0	392 + 5,0	D/E	480,00	9,00	8.640,00						
396 + 0,0	407 + 0,0	D/E	440,00	7,50	6.600,00						
422 + 0,0	435 + 0,0	D/E	520,00	8,00	8.320,00						
460 + 0,0	475 + 0,0	D/E	600,00	7,50	9.000,00						
508 + 0,0	542 + 0,0	D/E	1.360,00	6,00	16.320,00						
574 + 0,0	594 + 0,0	D/E	800,00	7,50	12.000,00						
613 + 0,0	628 + 0,0	D/E	600,00	8,50	10.200,00						
648 + 15,0	658 + 15,0	D/E	400,00	6,20	4.960,00						
664 + 5,0	673 + 5,0	D/E	360,00	7,00	5.040,00						
676 + 0,0	685 + 0,0	D/E	360,00	8,00	5.760,00						
688 + 0,0	702 + 0,0	D/E	560,00	8,00	8.960,00						
705 + 0,0	721 + 0,0	D/E	640,00	8,00	10.240,00						
726 + 0,0	733 + 0,0	D/E	280,00	8,00	4.480,00						
											<b>227.400,00</b>

	<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>		
		RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM	
	<b>REVESTIMENTO VEGETAL NOS TALUDES DE ATERRO</b>		<b>QD</b>

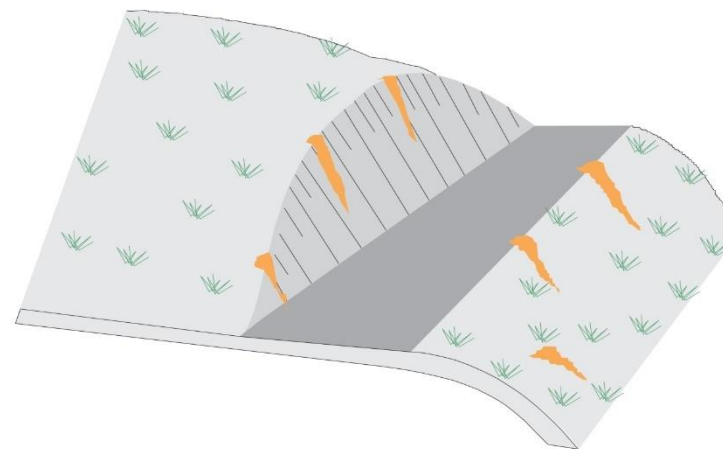


## PROTEÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS EXPLORADAS

### 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 ITEM 3



OBS.: ÁREA NÃO TRATADA APÓS EXPLORAÇÃO OCASIONANDO EROSÕES 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

<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
<b>PROTEÇÃO AMBIENTAL</b>	
	
<b>QD</b>	

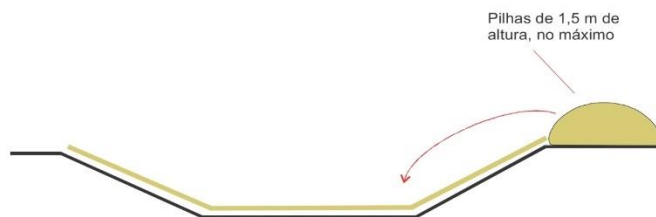
**Figura 29 - Proteção ambiental**

## 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.

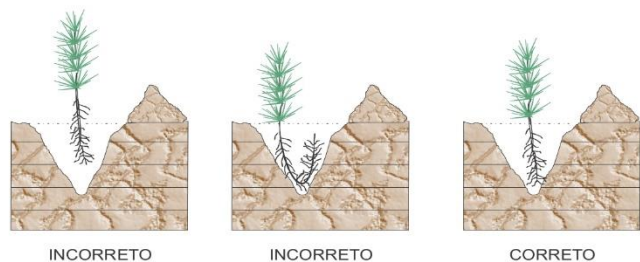
<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN</b>	
	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENTRONC. PA-154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM
	
RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS	QD

**Figura 30 - 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/m<sup>2</sup>.

### 2 - PLANTIO POR LEIVAS

AS LEIVAS SERÃO PREPARADAS EM SEMEITEIRAS. 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/m<sup>2</sup>.

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/m<sup>2</sup>.



### 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/m<sup>2</sup>.

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



RODOVIA: PA-396  
TRECHO: ENTRONÇ. PA-154 - PONTA DE PEDRAS  
SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS  
EXTENSÃO: 22,0 KM



PROTEÇÃO VEGETAL

QD

Figura 31 - Proteção vegetal

## 5.1 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

### 5.1.1 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 a sinalização e segurança viária da rodovia PA-396 com o início no Perímetro do Rio Fábrica e final no Perímetro urbano de Ponta de Pedras, 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

#### 5.1.1.1 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 nas escalas de 1:500 nas interseções e de 1:1.000 no trecho principal, de forma a facilitar a visualização e o entendimento do projeto.

#### 5.1.2 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 44 - Sinalização horizontal – tonalidade das cores**

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

#### 5.1.2.1 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  $\alpha$ , igual ou próximo de  $45^\circ$ , 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  $h=2,40m$ ;

### 5.1.2.2 EMPREGO DA COR AMARELA

A cor amarela será utilizada nas linhas de divisão de fluxos opostos e em zebrações, 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;

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

### 5.1.3 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 45 - 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.

### 5.1.3.1 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.

### 5.1.3.2 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.

### 5.1.3.3 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 0,60 x 0,85 m, conforme o Manual de Sinalização Rodoviária, IPR-743, 3.ed. DNIT 2010.

As dimensões das placas de identificação de rodovia estadual terão 0,60 x 0,76, os detalhes quanto ao padrão da placa estão apresentados no volume 02.

### 5.1.3.4 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 m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>, na espessura mínima de 50 micras, conforme NBR 7397.

### **5.1.4 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.

#### **5.1.4.1 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 de execução:

### **5.1.5 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 0,80 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 0,80 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.

As sinalizações verticais deverão ser confeccionadas nas mesmas especificações descritas no item 5.6.3.4 e deverão ser recobertas por película retrorrefletiva

### **5.1.6 APRESENTAÇÃO**

O Projeto de Sinalização completo está apresentado no Volume 2 – Projeto Básico de Execução, sobre plantas do projeto geométrico, em que constam as localizações das placas de sinalização vertical e de como deverá ser executada a sinalização horizontal.

A apresentação do Projeto de Sinalização consta ainda, de desenhos contendo 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 46 - Resumo de Sinalização**

TIPO	ESPECIFICAÇÃO		UNID.	QUANT.	
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	APLICAÇÃO MECÂNICA (FAIXAS)	PINTURA BRANCA	m <sup>2</sup>	4.400,00	
		PINTURA AMARELA	m <sup>2</sup>	396,00	
	APLICAÇÃO MANUAL (SETAS, LEGENDAS)	PINTURA BRANCA	m <sup>2</sup>	-	
		PINTURA AMARELA	m <sup>2</sup>	-	
	TACHA REFLETIVA TIPO III, COM UM PINO, BIDIRECIONAL	BRANCA	und	3.668,00	
AMARELA		und	1.834,00		
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	OCTOGONAL	R-1	L= 0,331	-
		TRIANGULAR	R-2	L= 1,00	-
		CIRCULAR	R-7	Ø= 1.00	39
			R-19.4	Ø= 1.00	1
			R-19.6	Ø= 1.00	5
	R-24b	Ø= 1.00	-		
	PLACAS DE ADVERTÊNCIA	QUADRADA	A-2a	1.00 x 1.00	7
			A-2b	1.00 x 1.00	4
			A-20a	1.00 x 1.00	1
			A-20b	1.00 x 1.00	1
			A-4b	1.00 x 1.00	-
			A-7a	1.00 x 1.00	-
	PLACAS INDICATIVAS	RETANGULAR	I-303	2,00 x 1,00	2
			I-206	2,00 x 1,00	1
			I-207	2,00 x 1,00	1
			I-208	2,00 x 1,00	1
			I-210	2,00 x 1,00	1
			I-212	2,00 x 1,00	2
			I-213	2,00 x 1,00	1
	PLACAS EDUCATIVAS	RETANGULAR	E-110	3,00 x 1,50	3
			E-120	3,00 x 1,50	2
			E-130	3,00 x 1,50	3
	MARCO QUILOMÉTRICO	RETANGULAR	MQ	0.70 x 1.00	22
MARCO RODOVIÁRIO - ESTADUAL	RETANGULAR	I-102	0.60 x 0.865	1	
MARCADORES DE OBSTÁCULOS	RETANGULAR	MP-01	0.30 x 0.90	2	
	RETANGULAR	MP-02	0.30 x 0.90	2	
	RETANGULAR	MP-03	0.30 x 0.90	-	
DELINEADOR (MARCADOR DE ALINHAMENTO)	RETANGULAR	MA	0.50 x 0.60	29	
GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
<b>RESUMO DE SINALIZAÇÃO</b>			<b>QD</b>		

## 6 QUADROS DE QUANTIDADES

Quadro 47 - Quadro de Quantidades

QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES			
ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANT.
<b>I</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>		
1.1	Mobilização e desmobilização	und	1,00
1.2	Administração Local	und	1,00
1.3	Instalação de canteiro	m <sup>2</sup>	364,00
1.4	Placa da obra	m <sup>2</sup>	64,00
<b>II</b>	<b>SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO</b>		
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m <sup>2</sup>	146.000,00
2.2	Roçada Manual	ha	0,70
2.3	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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	5.632,00
2.4	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial	m <sup>3</sup>	5.632,00
<b>III</b>	<b>SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM</b>		
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt até 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	4.988,17
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	8.532,82
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	8.164,32
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2,31
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.535,19
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1.346,34
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	840,17
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	11.039,76
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	14.042,12
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	522,23
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	27.821,86
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2.716,85
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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	16.529,29
3.14	Compactação de aterros a 95% do Proctor normal	m <sup>3</sup>	22.634,17
3.15	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m <sup>3</sup>	52.813,07
<b>IV</b>	<b>SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO</b>		
4.1	Regularização do Sub Leito	m <sup>2</sup>	204.995,00
4.2	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT = 5,98 km)	m <sup>3</sup>	40.077,00
4.3	Base de solo estabilizado granulometricamente com mistura 70% de solo e 30% de areia (DMT = 14,15 km)	m <sup>3</sup>	28.934,25
4.4	Imprimação com asfalto diluído	m <sup>2</sup>	170.100,00
4.5	Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	221.200,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e seixo comerciais	t	20.865,60
<b>V</b>	<b>SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE</b>		
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	3.556,76
5.2	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>	2.378,37
5.3	Corpo de BSTC D = 0,60 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	80,00
5.4	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	61,00
5.5	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	118,00
5.6	Corpo de BDTT D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	75,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	61,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,60 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	20,00
5.9	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	8,00
<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
		RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT: PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM	
<b>QUADRO DE QUANTIDADES</b>			<b>QD</b>



ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei. 11.419/2006) EM 25/09/2023 15:51 (Hora Local) - Aut. Assinatura: 0588EBB272AC8E.8D1A440C46250647.87CE33EAAA45A44.30A1237C3DDEE4B0



**Quadro 48 - Quadro de Quantidades – Serviços Preliminares**



ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>I</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Mobilização e desmobilização			und	1,00
1.2	Administração Local			und	1,00
1.3	Instalação de canteiro			m <sup>2</sup>	364,00
1.4	Placa da obra			m <sup>2</sup>	64,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					<b>QD</b>

**Quadro 49 - Quadro de Quantidades – Serviços de Conservação**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
II	<b>SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO</b>				
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m			m <sup>2</sup>	146.000,00
2.2	Roçada Manual			ha	0,70
2.3	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 <sup>3</sup>			m <sup>3</sup>	5.632,00
2.4	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial			m <sup>3</sup>	5.632,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
<b>SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO</b>					<b>QD</b>





**Quadro 50 - Quadro de Quantidades – Serviços de Terraplenagem**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>III</b>	<b>SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM</b>				
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt até 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	4.988,17
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	8.532,82
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	8.164,32
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	2,31
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	1.535,19
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	1.346,34
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	840,17
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	11.039,76
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	14.042,12
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	522,23
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	27.821,86
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	2.716,85
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 m³			m³	16.529,29
3.14	Compactação de aterros a 95% do Proctor normal			m³	22.634,17
3.15	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal			m³	52.813,07
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
<b>SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM</b>					<b>QD</b>



**Quadro 51 - Quadro de Quantidades – Serviços de Pavimentação**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
IV	<b>Compactação de aterros a 100% do Proctor normal</b>				
4.1	Regularização do Sub Leito			m <sup>2</sup>	204.995,00
4.2	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida (DMT = 5,98 km)		5,98	m <sup>3</sup>	40.077,00
4.3	Base de solo estabilizado granulometricamente com mistura 70% de solo e 30% de areia (DMT = 14,15 km)		14,15	m <sup>3</sup>	28.934,25
4.4	Imprimação com asfalto diluído			m <sup>2</sup>	170.100,00
4.5	Pintura de ligação			m <sup>2</sup>	221.200,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e seixo comerciais			t	20.865,60
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO</b>			<b>QD</b>

**Quadro 52 - Quadro de Quantidades – Drenagem e Obras de Arte Corrente**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>V</b>	<b>SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE</b>				
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria			m³	3.556,76
5.2	Reaterro e compactação com soquete vibratório			m³	2.378,37
5.3	Corpo de BSTC D = 0,60 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	80,00
5.4	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	61,00
5.5	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	118,00
5.6	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	75,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	61,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,60 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	20,00
5.9	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	8,00
5.10	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	16,00
5.11	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	10,00
5.12	Boca de BTTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	8,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b>			
		<b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE</b>			<b>QD</b>



**Quadro 53 - Quadro de Quantidades – Serviços de Drenagem**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>VI</b>	<b>SERVIÇOS DE DRENAGEM</b>				
6.1	Sarjeta triangular de concreto - STC 02 - escavação mecânica - areia e seixo comerciais			m	2.695,00
6.2	Dissipador de energia - DES 02 - areia e pedra de mão comerciais			und	9,00
6.3	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e seixo comerciais - fôrma de madeira			m	6.560,00
6.4	Entrada para descida d'água - EDA 01 - areia e seixo comerciais			und	74,00
6.5	Entrada para descida d'água - EDA 02 - areia e seixo comerciais			und	44,00
6.6	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 02 - areia e seixo comerciais			m	233,00
6.7	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			und	118,00
6.8	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 07 - tubo de concreto perfurado e seixo comercial			m	2.025,00
6.9	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 02 - tubo de concreto perfurado - areia e seixo comerciais			und	8,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE DRENAGEM</b>			<b>QD</b>

**Quadro 54 - Quadro de Quantidades – Serviços de Sinalização Horizontal**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>VII</b>	<b>SINALIZAÇÃO HORIZONTAL</b>				
7.1	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm			m <sup>2</sup>	4.796,00
7.2	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação			und	5.502,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b>			
		<b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL</b>			<b>QD</b>

**Quadro 55 - Quadro de Quantidades – Serviços de Sinalização Vertical**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>VIII</b>	<b>SINALIZAÇÃO VERTICAL</b>				
8.1	Placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	45,00
8.2	Placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	13,00
8.3	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação			und	9,00
8.4	Placa em aço - 3,00 x 1,50 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação			und	8,00
8.5	Placa delineador em aço - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	4,00
8.6	Placa delineador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	29,00
8.7	Placa de marco quilométrico em aço - 0,60 x 0,865 m - película retrorrefletiva tipo I + I - fornecimento e implantação			und	1,00
8.8	Placa de marco quilométrico em aço - 0,70 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + I - fornecimento e implantação			und	22,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL</b>			<b>QD</b>

**Quadro 56 - Quadro de Quantidades – Obras Complementares**



ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
<b>IX</b>	<b>SINALIZAÇÃO VERTICAL</b>				
9.1	Reabilitação ambiental das áreas de jazidas, emp. e acampamento			m <sup>2</sup>	246.800,00
9.2	Revestimento vegetal dos taludes de aterro			m <sup>2</sup>	227.400,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
		<b>SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES</b>			<b>QD</b>

**Quadro 57 - Quadro de Quantidades – Detalhamento do Projeto**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
X	PROJETO				
10.1	Detalhamento de projeto			Km	22,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
			RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM		
<b>DETALHAMENTO DO PROJETO</b>					<b>QD</b>




**Quadro 58 - Quadro de Quantidades – Proteção Ambiental**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT ( km )	UNID.	QUANTIDADES
XI	MEIO AMBIENTE				
11.1	Licenciamento Ambiental			und	1,00
		<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
		 RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM			
		<b>SERVIÇOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL</b>			QD

## 7 CONSUMO DE MATERIAIS

Quadro 59 - Consumo de Materiais



MATERIAIS		CONSUMO POR ( m <sup>3</sup> )				CONSUMO POR ( t )			
		UNID.	QUANTIDADE	UNID.	QUANTIDADE	UNID.	QUANTIDADE	UNID.	QUANTIDADE
CBUQ	agregado	m <sup>3</sup>	( 0,91 x 2,40 ) / 1,5 = 1,456	t	0,91 x 2,40 = 2,184	m <sup>3</sup>	( 0,91 x 1 ) / 1,5 = 0,61	t	0,910
	Filler		( 0,03 x 2,40 ) / 1,5 = 0,048	t	0,03 x 2,40 = 0,072			t	0,030
	Ligante		( 0,060 x 2,40 ) / 1,5 = 0,096	t	0,060 x 2,40 = 0,144			t	0,060
SERVIÇOS	MATERIAIS		CONSUMO POR ( m <sup>2</sup> )						
IMPRIMAÇÃO	LIGANTE (CM-30)	I	1,10	t	1,10 / 1.000 = 0,0011				
P. DE LIGAÇÃO	LIGANTE (RR-2C-30)	I	0,50	t	0,5 / 1.000 = 0,00050				
TRAÇO DO ( CBUQ ) FAIXA "C"						DENSIDADES			
Agregado	= 91 %					Areia solta	= 1,5 t/m <sup>3</sup>		
Filler	= 3,0 %					CBUQ	= 2,40 t/m <sup>3</sup>		
CAP /50-60	= 6,0 %								
						<b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b> <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b>			
						RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM			
<b>DEMONSTRATIVO DE CONSUMO DE MATERIAIS</b>						<b>QD</b>			

## 8 CRONOGRAMA FÍSICO

**Quadro 60 - Cronograma físico da obra**  
**RODOVIA PA - 396 (ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS)**

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	TERRAPLENAGEM			█																																
3	DRENAGEM																				█															
4	OBRAS DE ARTE CORRENTE	█																																		
5	PAVIMENTAÇÃO							█																												
6	SINALIZAÇÃO																								█											
7	OBRAS COMPLEMENTARES																								█											
8	MEIO AMBIENTE																								█											

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



	RODOVIA: PA-396 TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS EXTENSÃO: 22,0 KM	
---	--	---

## 9 DISTÂNCIA DE TRANSPORTES

Quadro 61 - 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	
Base de solo estab. sem mistura	Solo	Jazida	Pista	5,98		5,98	-	-	-	
Sub-Base de solo estab.	Solo	Jazida	Pista	14,15		14,15	-	-	-	
Referço do subleito	Solo	Jazida	Pista	0,00	0,00	0,00	-	-	-	
Imprimação	CM-30	Ponta de Pedras	Usina	-	9,75	9,75	-	-	-	
		Inst. Industrial	Pista	-	9,75	9,75	-	-	-	
Pintura de Ligação	RR-2C	Ponta de Pedras	Usina	0,00	0,00	0,00	-	-	-	
		Inst. Industrial	Pista	7,00	0,00	7,00	-	-	-	
CBUQ	CAP-20	Ponta de Pedras	Usina	-	9,75	9,75	-	-	-	
	Filler	Ponta de Pedras	Usina	-	9,75	9,75	-	-	-	
	Areia	Ponta de Pedras	Usina	-	9,75	9,75	-	-	-	
	Brita	Ponta de Pedras	Usina	-	9,75	9,75	-	-	-	
	Mistura	Usina	Pista	7,00	0,00	7,00	-	-	-	
Drenagem e OAC	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Ponta de Pedras	Inst. Industrial	0,00	9,75	9,75	-	-	-	
	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Inst. Industrial	Pista	7,00		7,00	-	-	-	
	Areia Seixo	Ponta de Pedras Ponta de Pedras	Pista Pista	7,00 7,00	9,75 9,75	16,75 16,75	- -	- -	- -	

<p>OBS:</p> <p><b>1 - CONSIDERAR TRANSPORTE FLUVIAL DE BELÉM PARA OS LIGANTES ASFÁLTICOS</b>  <b>DISTÂNCIA FLUVIAL = 62,0 Km</b></p> <p><b>2 - CONSIDERAR TRANSPORTE FLUVIAL DE (BRITA) DA PEDREIRA PARA PONTA DE PEDRAS</b>  <b>DISTÂNCIA FLUVIAL = 250,0 Km</b></p>	<p><b>GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ</b>  <b>SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</b></p>		
		<p>RODOVIA: PA-396  TRECHO: ENT. PA 154 - PONTA DE PEDRAS  SUB-TRECHO: RIO FÁBRICA - PONTA DE PEDRAS - LOTE III  EXTENSÃO: 22,0 KM</p>	
	<p><b>RESUMO DE DMT</b></p>		<p><b>QD</b></p>

## 10 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

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

### 10.1 TERRAPLENAGEM

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

### 10.2 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

### 10.3 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

### 10.4 OBRAS COMPLEMENTARES

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

### 10.5 PROTEÇÃO AMBIENTAL

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

### 10.6 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

## 11 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.

## 12 TERMO DE ENCERRAMENTO

O **Volume 01 – Relatório do Projeto** de Elaboração do Projeto Básico de Engenharia Para Construção e Pavimentação da Rodovia PA-396, trecho: Entronc. PA-154 – Ponta de Pedras, sub-trecho: Rio Fábrica – Ponta de Pedras, com extensão de 22,00 km, na região de integração do Marajó, sob jurisdição do 9º núcleo regional, possui 135 páginas enumeradas sequencialmente.

Ananindeua/PA, 30 de Setembro de 2023.