



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

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA
CONSTRUÇÃO E PAVIMENTAÇÃO

RODOVIA: PA-368
TRECHO: PERÍM. URB. DE PORTEL – ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM.111,30 – ENTR. BR-422
LOTE: IV
EXTENSÃO: 37,30 Km

VOLUME 01
RELATÓRIO DO PROJETO



Julho/2023



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

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA PARA
CONSTRUÇÃO E PAVIMENTAÇÃO

RODOVIA: PA-368
TRECHO: PERÍM. URB. DE PORTEL – ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM.111,30 – ENTR. BR-422
LOTE: IV
EXTENSÃO: 37,30 Km

VOLUME 01
RELATÓRIO DO PROJETO



Julho/2023

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	9
2	MAPA DE SITUAÇÃO	10
3	ESTUDOS REALIZADOS.....	11
3.1	ESTUDOS DE TRÁFEGO	11
3.1.1	LOCALIZAÇÃO DO POSTO DE CONTAGEM.....	11
3.1.2	PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA	14
3.1.3	METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS.....	14
3.1.4	RESULTADOS DAS CONTAGENS	15
3.1.5	CÁLCULO DO NÚMERO N.....	18
3.1.5.1	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO EQUIVALENTE DE APLICAÇÕES DO EIXO PADRÃO “N”	18
3.1.5.2	METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO NÚMERO “N”	19
3.1.5.3	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO (FV)	20
3.1.5.4	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EIXO (FE)	20
3.1.5.5	DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CARGA (FC).....	21
3.1.5.6	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”	23
3.1.5.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTES ESTUDO DE TRÁFEGO	25
3.2	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	26
3.2.1	IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE TOPOGRÁFICA BÁSICA.....	26
3.2.2	LOCAÇÃO E AMARRAÇÃO DO EIXO.....	27
3.2.3	LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES TRANSVERSAIS	27
3.2.4	LANÇAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO.....	28
3.2.5	NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO DAS LINHAS DE EXPLORAÇÃO.....	29
3.2.6	LEVANTAMENTO CADASTRAL DA FAIXA DE DOMÍNIO.....	29
3.2.7	DESAPROPRIAÇÃO.....	29
3.3	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	31
3.3.1	SONDAGEM DO SUBLEITO	31
3.3.2	BOLETIM DE SONDAGEM.....	32
3.3.3	ESTATÍSTICA DO SUBLEITO	35
3.3.4	ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS	36

3.3.5	EMPRÉSTIMOS.....	36
3.3.6	JAZIDAS.....	41
3.3.7	AREAIS E SEIXEIRAS.....	46
3.4	ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	47
3.4.1	CLIMA	48
3.4.2	HISTÓRICO DAS CHUVAS	48
3.4.3	ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE BREVES - 00150000.....	48
3.4.3.1	ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS MÁXIMAS.....	49
3.4.4	PARÂMETROS	51
3.4.5	CÁLCULO DO FATOR DE FREQUÊNCIA “K”.....	51
3.4.6	DEFINIÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA.....	51
3.4.7	TEMPOS DE RECORRÊNCIA ADOTADOS NO PROJETO.....	54
3.4.8	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	54
3.4.9	MÉTODO RACIONAL	55
3.4.10	MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.....	55
3.4.11	VALORES DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”	56
3.4.12	MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT).....	56
4	PROJETOS.....	59
4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	59
4.1.1	VALORES BÁSICOS DE PROJETO.....	59
4.1.2	SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA.....	60
4.1.3	PROJETO EM PLANTA.....	60
4.1.4	RESULTADOS OBTIDOS.....	61
4.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM	63
4.2.1	ELEMENTOS BÁSICOS	63
4.2.2	DEFINIÇÕES BÁSICAS.....	63
4.2.3	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS.....	63
4.2.4	CAMADA FINAL DO ATERRO E ACABAMENTO DE TERRAPLENAGEM	64
4.2.5	RESULTADOS OBTIDOS.....	64
4.3	PROJETO DE DRENAGEM OBRAS-DE-ARTES CORRENTES	72
4.3.1	DISPOSITIVOS DE DRENAGEM	72

4.3.2	CRITÉRIOS ADOTADOS.....	73
4.3.3	SARJETAS DE CORTE	74
4.3.4	MEIOS-FIOS OU BANQUETAS.....	76
4.3.5	OBRAS DE ARTE CORRENTES.....	89
4.3.6	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS COMO CANAL.....	89
4.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	96
4.4.1	DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS NOVOS.....	96
4.4.2	ELEMENTOS BÁSICOS PARA O DIMENSIONAMENTO	97
4.4.3	DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO.....	97
4.4.4	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO	100
4.4.5	DEMAIS CAMADAS DO PAVIMENTO.....	100
4.4.6	ACOSTAMENTOS	103
4.4.7	RESUMO DO DIMENSIONAMENTO.....	104
4.4.8	ESQUEMA LINEAR DE PAVIMENTAÇÃO	106
4.5	PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES.....	114
4.5.1	PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	114
4.5.2	DISPOSITIVO DE SEGURANÇA.....	122
4.6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	126
4.6.1	INTRODUÇÃO	126
4.6.1.1	SINALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VIAS EM PLANTA.....	126
4.6.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	126
4.6.2.1	EMPREGO DA COR BRANCA.....	127
4.6.2.2	EMPREGO DA COR AMARELA.....	127
4.6.2.3	MATERIAL – MARCAS LONGITUDINAIS	128
4.6.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	128
4.6.3.1	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO.....	129
4.6.3.2	PLACAS DE ADVERTÊNCIA.....	129
4.6.3.3	PLACAS DE INDICAÇÃO	130
4.6.3.4	MATERIAL DAS PLACAS.....	130
4.6.4	DISPOSITIVOS AUXILIARES.....	131
4.6.4.1	TACHAS.....	131
4.6.5	SINALIZAÇÃO DE OBRAS	132
4.6.6	APRESENTAÇÃO.....	132

5	QUADROS DE QUANTIDADES	135
6	CRONOGRAMA FÍSICO.....	148
7	CONSUMO DE MATERIAIS	149
8	DISTÂNCIA DE TRANSPORTES.....	150
9	ESPECIFICAÇÕES GERAIS.....	151
9.1.1	TERRAPLENAGEM	151
9.1.2	DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE	151
9.1.3	PAVIMENTAÇÃO.....	151
9.1.4	OBRAS COMPLEMENTARES.....	151
9.1.5	PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	151
9.1.6	MATERIAIS.....	151
10	REFERÊNCIA.....	153
11	TERMO DE ENCERRAMENTO.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Situação	10
Figura 2 – Composição da Frota	18
Figura 3 – Gráfico de localização dos empréstimos	37
Figura 4 – Localização dos empréstimos E-29 e E-30	38
Figura 5 – Localização dos empréstimos E-31 E-32 e E-33	39
Figura 6 – Localização dos empréstimos E-34, E-35 e E-36	40
Figura 7 – Localização da Jazida 10	42
Figura 8 – Localização da Jazida 11	42
Figura 9 – Gráfico linear de distribuição dos materiais de pavimentação	43
Figura 10 – Localização da Jazida 10	44
Figura 11 – Localização da Jazida 11	45
Figura 12 – Histograma das precipitações médias no período de 1968 a 1998	49
Figura 13 – Mapa de Isozonas	52
Figura 14 – Curvas Precipitação x Duração x Frequência	53
Figura 15 – Curvas Intensidade x Duração x Frequência	54
Figura 16 – Coeficientes de deflúvio – “C”	56
Figura 17 – Hidrograma Unitário Triangular	57
Figura 18 – Seção tipo do projeto geométrico	62
Figura 19 – Seção tipo do projeto de Terraplenagem	65
Figura 20 – Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02	81
Figura 21 – Meio fio de concreto – MFC-03	82
Figura 22 – Entrada para descida d’água	83
Figura 23 – Descida d’água de aterro tipo rápido	84
Figura 24 – Dissipadores de energia	85
Figura 25 – Valeta de proteção de corte	86
Figura 26 – Dreno Longitudinal	87
Figura 27 – Dreno Longitudinal – Detalhamentos	88
Figura 28 – Seção transversal de bueiro	91
Figura 29 – Berços e dentes para assentamento de bueiros	92
Figura 30 – BSTC bocas normais e esconsas	93
Figura 31 – BDTC bocas normais e esconsas	94
Figura 32 – BTTC bocas normais e esconsas	95
Figura 33 – Ábaco determinação de espessuras do pavimento	101
Figura 34 – Linear da Pista de rolamento	106
Figura 35 – Linear de Acostamento	106
Figura 36 – Seção tipo de Pavimentação	107
Figura 37 – Proteção ambiental	119
Figura 38 – Recuperação de Jazidas	120
Figura 39 – Proteção vegetal	121
Figura 40 – Defensas metálicas – Implantação	124
Figura 41 – Defensas metálicas – Detalhamento	125

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.....	14
Quadro 4 – Resumo das contagens.....	16
Quadro 5 – Volume Médio Diário Comercial	17
Quadro 6 – Volume Médio Diário Total	17
Quadro 7 – Resumo da Pesquisa por Classe	17
Quadro 8 – Percentuais de veículos comerciais na faixa de projeto.	20
Quadro 9 – Carga máxima (lei da balança).....	20
Quadro 10 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.....	21
Quadro 11 – Fatores de equivalência de carga do USACE.	21
Quadro 12 – Fatores de Carga e Veículo.....	22
Quadro 13 – Determinação do número N	24
Quadro 14 – Boletim de Sondagem do Subleito	32
Quadro 15 – Análise estatística do Subleito.....	35
Quadro 16 – Coordenadas geográficas dos empréstimos.	36
Quadro 17 – Coordenadas geográficas das jazidas.....	41
Quadro 18 – Dados da Estação	48
Quadro 19 – Variável reduzida.....	50
Quadro 20 – Série histórica estação pluviométrica Breves	50
Quadro 21 – Tempos de Recorrências – TR.....	51
Quadro 22 – Chuvas máximas prováveis est. pluv. de Breves	51
Quadro 23 – Desagregação / Precipitações - Estação Pluviométrica Breves	52
Quadro 24 – Intensidade das chuvas desagregadas - Estação Pluviométrica.....	53
Quadro 25 – Valores Básicos de Projetos.....	60
Quadro 26 – Dimensões da Rodovia em execução	60
Quadro 27 – Resumo da terraplenagem	66
Quadro 28 – Distribuição da terraplenagem.....	67
Quadro 29 – Limpeza da faixa de construção	69
Quadro 30 – Dest. de árvores de diâmetro entre 0,15 e 0,30m e acima de 0,30m ...	70
Quadro 31 – Remoção de material inservível e camada drenante.....	71
Quadro 32 – Comprimento Crítico das banquetas	78
Quadro 33 – Dispositivos de drenagem superficial	79
Quadro 34 – Valeta de proteção de Corte – VPC-01	80
Quadro 35 – Cadastro de bueiros	90
Quadro 36 – Componentes do pavimento.....	100
Quadro 37 – Espessura mínima de revestimento.	100
Quadro 38 – Resumo do Dimensionamento - Pista de rolamento	104
Quadro 39 – Resumo do Dimensionamento - Acostamento	105
Quadro 40 – Regularização do subleito	108
Quadro 41 – Sub-base estabilizada granulom. sem mistura.....	109
Quadro 42 – Base com mistura de 70% de solo e 30% de areia	110

Quadro 43 – Imprimação.....	111
Quadro 44 – Pintura de Ligação.....	112
Quadro 45 – CBUQ.....	113
Quadro 46 – Listagem reabilitação ambiental.....	116
Quadro 47 – Listagem de revestimento vegetal.....	117
Quadro 48 – Listagem de defensas metálicas.....	123
Quadro 49 – Sinalização horizontal – tonalidade das cores.....	126
Quadro 50 – Sinalização vertical – tonalidade das cores.....	129
Quadro 51 – Resumo de Sinalização.....	134
Quadro 52 – Quadro de Quantidades.....	135
Quadro 53 – Quadro de Quantidades – Serviços preliminares.....	137
Quadro 54 – Quadro de Quantidades – Serviços de conservação.....	138
Quadro 55 – Quadro de Quantidades – Serviços de terraplenagem.....	139
Quadro 56 – Quadro de Quantidades – Serviços de pavimentação.....	140
Quadro 57 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras de arte corrente.....	141
Quadro 58 – Quadro de Quantidades – Serviços de drenagem.....	142
Quadro 59 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização horizontal.....	143
Quadro 60 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização vertical.....	144
Quadro 61 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras complementares.....	145
Quadro 62 – Quadro de Quantidades – detalhamento do projeto.....	146
Quadro 63 – Quadro de Quantidades – Serviços de proteção ambiental.....	147
Quadro 64 – Cronograma físico da obra.....	148
Quadro 65 – Consumo de materiais.....	149
Quadro 66 – Resumo DMT.....	150

1 APRESENTAÇÃO

A SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES – SETRAN apresenta o relatório do projeto básico de engenharia para construção e pavimentação da rodovia PA-368, lote-IV, trecho: Perim. Urbano de Portel – BR-422, Sub-trecho: km Km 111,30 – BR-422, com extensão de 37,30 km, na região de integração do Marajó, sob jurisdição do 9º núcleo regional, elaborado pela subcontratada Geográfica Ltda-Epp, localizada na Rua Ricardo Borges, 1054, Ananindeua/PA, inscrita no CNPJ 09.445.227/0001-15.

O Projeto Básico está apresentado nos seguintes volumes:

Quadro 1 – Apresentação dos Estudos e Projetos.

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

Fonte: Elaboração Própria

Volume 1 - Relatório do Projeto – Tamanho A4

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

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

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

- Mapa de Situação;
- Resumo de Quantidades;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Obras de Artes Correntes;
- Projeto de proteção ambiental;

2 MAPA DE SITUAÇÃO

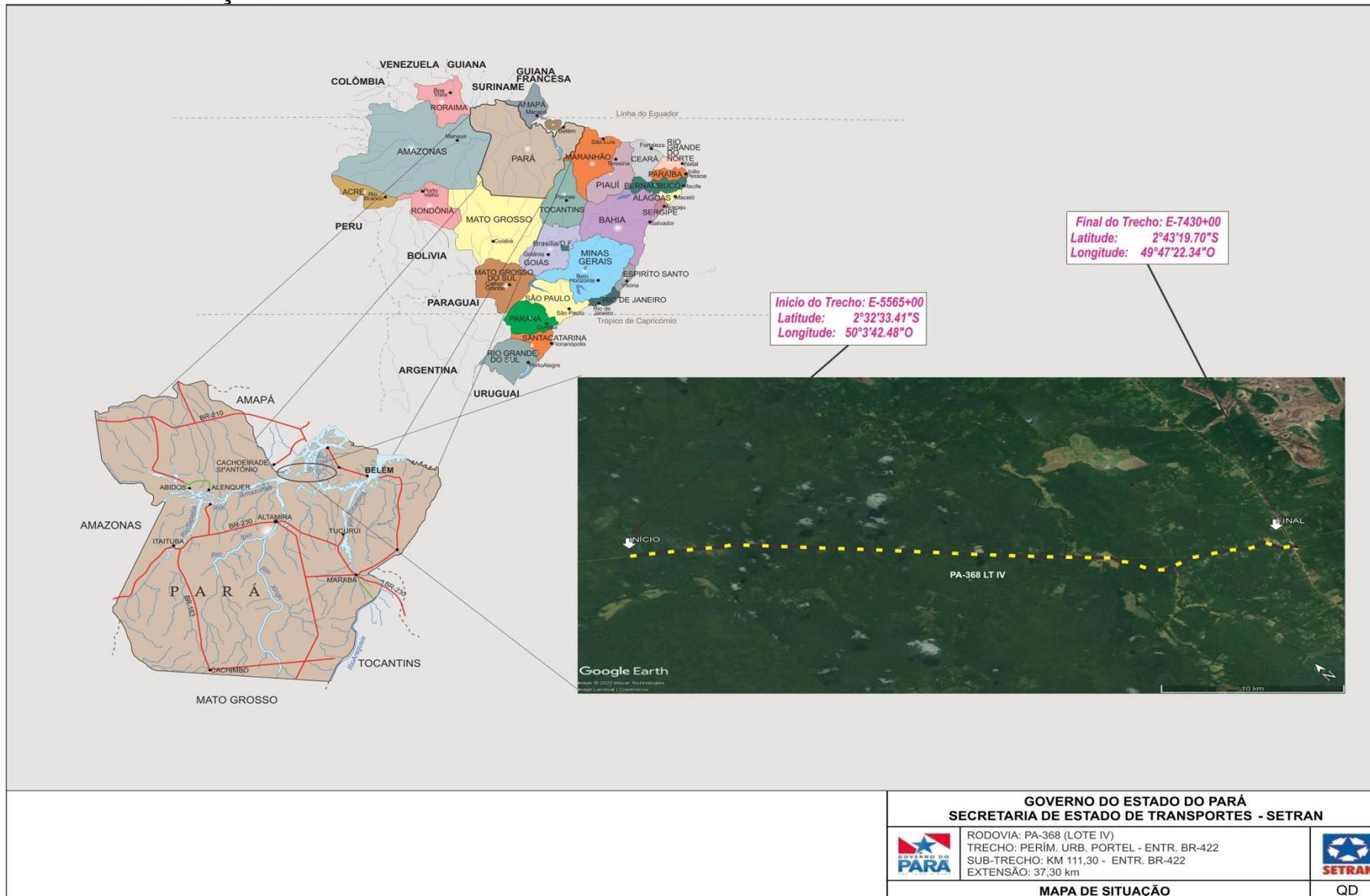


Figura 1 – Mapa de Situação

3 ESTUDOS REALIZADOS

3.1 ESTUDOS DE TRÁFEGO

Os estudos de tráfego para o Projeto executivo de terraplenagem e implantação de obras de arte corrente (Bueiros) da Rodovia PA-368, trecho: Perim. Urbano de Portel – BR-422, Sub-trecho: Km 111,30 – BR-422, Lote-IV, com extensão de 37,30 km tem como objetivo avaliar a suficiência do fluxo de tráfego existente na via em projeto, determinar suas características, determinar e verificar as características operacionais da rodovia determinando a melhoria da capacidade rodoviária e assim contribuir para o desenvolvimento econômico da região e principalmente a determinação do número “N” caracterizado pelo número equivalente de operações do eixo simples padrão de 8,2 tf.

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

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

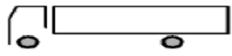
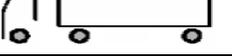
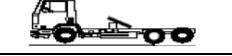
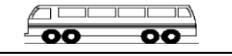
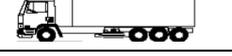
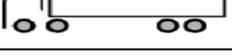
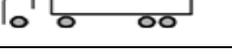
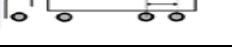
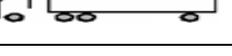
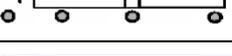
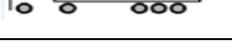
3.1.1 LOCALIZAÇÃO DO POSTO DE CONTAGEM

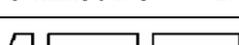
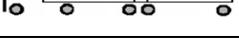
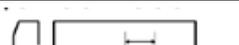
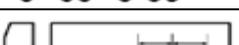
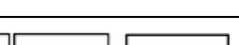
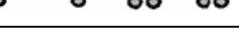
Para efeito de dados confiáveis que possam mensurar os estudos de tráfego para a região do empreendimento será utilizado os dados do posto de Contagem localizado no entroncamento da PA-368 com a BR-422, no vilarejo conhecido como Igarapé preto, nas proximidades das Coordenadas GMS Zona 22M, Latitude: 2° 43’ 19.70”S; Longitude: 49° 47’ 22.34”O, que possa determinar a quantidade de veículos que transitam na região e desta forma dimensionar a estrutura do pavimento através do número “N”.

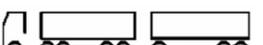
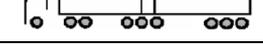
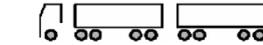
Este estudo tem por objetivo fornecer dados necessários à caracterização operacional do segmento do empreendimento, utilizando dados do VMD - Volume Médio Diário e a caracterização da composição do tráfego.

A Classificação de Veículos adotada neste Estudo de Tráfego foi à mesma adotada pela Pesquisa Nacional de Tráfego (PNT), realizada pelo Ministério dos Transportes em parceria com o Ministério da Defesa e com o apoio do Exército Brasileiro.

Quadro 2 – Classificação de veículos

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)							
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT
A	2	Ônibus	A1		2CB	O1	O1
		Caminhão Simples	A2		2C	C1	C1
B	3	Ônibus trucado	B1		3BC	O1	O2
		Caminhão trucado	B2		3C		C2
		Caminhão + semirreboque	B3		2S1	S1	
		Caminhão Trator	?		X	C5	
C	4	Ônibus Duplo Dfirecional Trucado	?		4CB	O1	O3
		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	

CONVERSÃO QFV x PNCT x PNT x HDM (TNM)									
Seq.	Qtd eixos	Composições	Edital PNCT	Silhuetas (Imagens)	Classes (nomenclatura DNIT)	Classes HDM	Classes PNT		
			D5		3I2	R4	R3		
		Caminhão + Reboque	D6		2C3				
		Caminhão trucado + reboque	D7		3C2		R4		
		Caminhão + semirreboque + reboque	D8		2N3				
		Caminhão + dois semirreboques	D9		3DL				
			D10		2LD				
E	6	Caminhão trucado + semirreboque	E1		3S3	S6	S6		
			E2		3I1				
			E3		3I3				
		Caminhão trucado + reboque	E4		4R2	R5	R5		
		Caminhão + Reboque	E5		2R4				
		Romeu e Julieta - Caminhão trucado + reboque	E6		3C3				
		Caminhão trucado + semirreboque + reboque	E7		3N3				
		Caminhão + semirreboque + reboque	E8		2N4				
			E10		2J4				
		Caminhão trucado + 2 semirreboques	E12		3LD				
		F	7	Romeu e Julieta - Caminhão trucado + reboque	F2		3D4	SE1	R6
				Bi Trem articulado - Caminhão trucado + dois semi-reboques	F3		3T4		SE1
Caminhão trucado + semirreboque + reboque	F4				3N4	R6			
Treminhão - Caminhão trucado + dois reboques	F5				3Q4	R1	R1		
G	8	Caminhão trucado + dois semirreboques	G1		3V5	SE1	SE2		

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

Fonte: Adaptado do DNIT, 2006.

3.1.2 PESQUISA VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA

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

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

Rodovia	Descrição do Trecho	Data/Período	Duração (h)	Coordenadas GMS Zona 22M	
				Latitude	Longitude
PA-368	KM 111,30 – BR-422	01/06/2022 a 03/06/2022	24	2° 43' 19.70"S	49° 47' 22.34"O

Fonte: Elaboração Própria

3.1.3 METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

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

tipo ônibus e caminhões estão diferenciados por número de eixos, com pesquisadores treinados, que classificam os veículos passantes em categorias e por eixo em contadores mecânicos acoplados em pranchetas de campo.

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

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

3.1.4 RESULTADOS DAS CONTAGENS

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

Quadro 4 – Resumo das contagens

TIPOS DE VEÍCULO	CLASSE		01/06/2022	02/06/2022	03/06/2022				MÉDIA	%
			Total Ambos	Total Ambos	Total Ambos				Total Ambos	
Moto	M	M	441	418	408				422	53,6%
Veículos leves	P1	P1	395	312	302				336	42,7%
	P2	P2	18	20	15				18	2,2%
	P3	P3	6	4	2				4	0,5%
Ônibus	O1	2CB	3	2	1				2	0,3%
	O2	3CB	0	0	0				0	0,0%
	O3	4CB	0	0	0				0	0,0%
Pesado	C1	2C	3	1	1				2	0,2%
	C2	3C	2	1	1				1	0,2%
	C3	4C	0	0	0				0	0,0%
	C4	4CD	0	0	0				0	0,0%
	C5	X	1	1	0				1	0,1%
	R1	3Q4	0	0	0				0	0,0%
	R2	2C2	1	1	1				1	0,1%
	R3	2C3	0	0	0				0	0,0%
	R4	3C2	0	0	0				0	0,0%
	R5	3C3	1	1	1				1	0,1%
	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	0	0	0				0	0,0%
	S6	3S3	0	0	0				0	0,0%
	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%	
Totais			871	761	732				788	100%
Total Motos			441	418	408				422	
Total Veículos Leves			419	336	319				358	
Total Ônibus			3	2	1				2	
Total Pesado			8	5	4				6	

Quadro 5 – Volume Médio Diário Comercial

		VMD Comercial																								
		Ônibus			Caminhões leves				Trucks	Reboques						Semi-reboques						Semi-reboques especiais				
		O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5
		2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6
Total	8	2	0	0	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Percentual	100,00%	26,09%	0,00%	0,00%	21,74%	17,39%	0,00%	0,00%	8,70%	0,00%	13,04%	0,00%	0,00%	13,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%		
F. Sazonalidade	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Total Corrigido	9	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Quadro 6 – Volume Médio Diário Total

DIA DO MÊS	DIA DA SEMANA	TOTAL AMBOS
01/06/2022	quarta-feira	871
02/06/2022	quinta-feira	761
03/06/2022	sexta-feira	732
MÉDIA		788

Quadro 7 – Resumo da Pesquisa por Classe

Categorias de Veículo	Volume	%
Moto	422	53,6%
Veículos leves	358	45,4%
Ônibus	2	0,3%
Pesado	6	0,7%
Total	788	100%

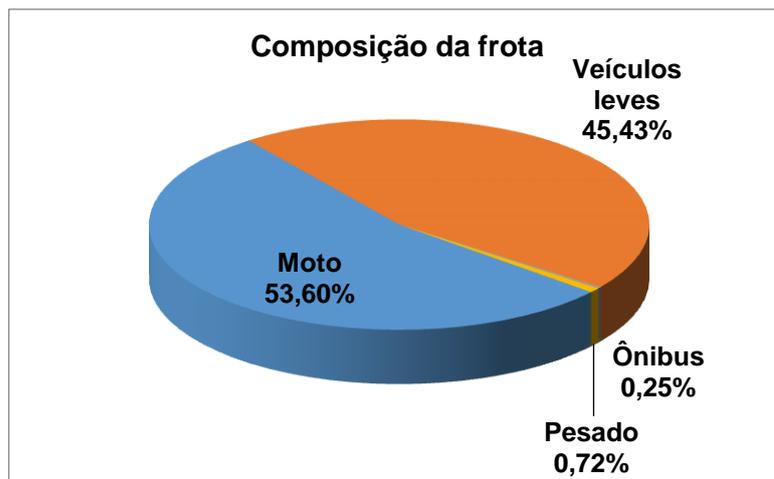


Figura 2 – Composição da Frota

3.1.5 CÁLCULO DO NÚMERO N

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

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

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

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

3.1.5.2 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO NÚMERO “N”

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

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

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

Onde:

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

Em que:

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

Onde:

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

Em que:

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

Onde:

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

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

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

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

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

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

Fonte: BRASIL (2006)

3.1.5.3 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE VEÍCULO (FV)

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

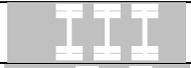
3.1.5.4 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EIXO (FE)

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

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

Quadro 9 – Carga máxima (lei da balança).

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

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

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

3.1.5.5 DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CARGA (FC)

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

Quadro 10 – Fatores de equivalência de carga da AASHTO.

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

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

Quadro 11 – Fatores de equivalência de carga do USACE.

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

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

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

Quadro 12 – Fatores de Carga e Veículo

FATORES DE CARGA – 50% CARREGADOS PELA LEI DABALANÇA E 50% DESCARREGADO																									
Método	Ônibus			Caminhões Leves				Trucks	Reboques						Semirreboques						Semireboques especiais				
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6
AASHTO	1,69	0,98	1,02	1,69	1,23	1,16	2,27	1,23	10,13	4,66	4,19	4,19	3,72	3,25	3,18	2,70	2,65	2,70	2,23	2,18	3,25	4,26	4,26	3,19	3,15
USACE	2,40	1,76	2,42	2,40	5,79	6,27	12,04	5,79	15,89	6,87	10,23	10,23	13,60	16,96	4,63	8,00	8,51	8,03	11,36	11,87	16,96	22,55	22,65	17,47	17,98

Percentual de Veículo Comercial PA-368																									
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	26,09%	0,00%	0,00%	21,74%	17,39%	0,00%	0,00%	8,70%	0,00%	13,04%	0,00%	0,00%	13,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

AASHTO	FV _{Médio} =	2,22
USACE	FV _{Médio} =	5,32

3.1.5.6 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO “N”

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

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

Foram tomados valores médios para o ano de 2022 a 2033, devidamente corrigidos, e aplicando-se as taxas de crescimento anuais na ordem de 3% ao ano.

Empregando-se essa taxa média de crescimento anual, o volume médio diário de tráfego do ano base (2022) foi projetado para um período de 10 anos, considerando-se 2024 como ano de abertura do projeto e 2033 sendo o final do período de projeto (10º ano).

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

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

Quadro 13 – Determinação do número N

Rodovia PA-368 - Lote-III																																
$N_{(anual)} = 365 \times Kd \times VMD(\text{total/ano}) \times Fv(\text{médio}) \times Fr$																																
Ano	Ônibus			Caminhões leves				Trucks	Reboques						Semirreboques						Semirreboques especiais					Total	Metodologia					
	O1	O2	O3	C1	C2	C3	C4	C5	R1	R2	R3	R4	R5	R6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5		AASHTO		USACE		ESALF	
	2CB	3CB	4CB	2C	3C	4C	4CD	X	3Q4	2C2	2C3	3C2	3C3	3D4	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	3T4	3T6	3T6B	3V5	3M6		Anual	Acum.	Anual	Acum.	Anual	Acum.
	26,09%	0,00%	0,00%	21,74%	17,39%	0,00%	0,00%	8,70%	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%	0,00%	0,00%		100%	-	-	-	-	-
2020	-	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	-	-	-	-	-	-
2021	-	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	-	-	-	-	-	-
2022	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3,87E+03	3,87E+03	9,27E+03	9,27E+03	9,13E+03	9,13E+03	
2023	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3,98E+03	7,85E+03	9,55E+03	1,88E+04	9,40E+03	1,85E+04	
2024	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4,10E+03	1,20E+04	9,83E+03	2,87E+04	9,69E+03	2,82E+04	
2025	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4,23E+03	1,62E+04	1,0E+04	3,88E+04	9,98E+03	3,82E+04	
2026	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4,35E+03	2,05E+04	1,04E+04	4,92E+04	1,03E+04	4,85E+04	
2027	º	2	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4,48E+03	2,50E+04	1,07E+04	6,00E+04	1,06E+04	5,9E+04	
2028	º	3	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	4,62E+03	2,96E+04	1,1E+04	7,10E+04	1,09E+04	7,00E+04	
2029	º	3	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	4,76E+03	3,44E+04	1,14E+04	8,24E+04	1,12E+04	8,12E+04	
2030	º	3	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	4,90E+03	3,93E+04	1,17E+04	9,42E+04	1,16E+04	9,28E+04	
2031	º	3	0	0	3	3	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5,05E+03	4,43E+04	1,2E+04	1,06E+05	1,19E+04	1,05E+05	
Fv(AASHTO)	1,69	0,98	1,02	1,69	1,23	1,16	2,27	1,23	10,13	4,66	4,19	4,19	3,72	3,25	3,18	2,70	2,65	2,70	2,23	2,18	3,25	4,26	4,26	3,19	3,15	Fvm(AASHTO)=			2,22	Kd = 0,50	Fr = 1,00	
Fv(USACE)	2,40	1,76	2,42	2,40	5,79	6,27	12,04	5,79	15,89	6,87	10,23	10,23	13,60	16,96	4,63	8,00	8,51	8,03	11,36	11,87	16,96	22,55	22,65	17,47	17,98	Fvm(USACE) =			5,32			
Fv(ESALF)	3,19	1,98	2,05	3,19	4,37	6,06	4,44	4,37	13,84	8,72	9,90	9,90	11,08	12,26	5,95	7,13	8,88	7,13	8,31	9,94	12,26	16,20	16,20	13,95	15,67	Fvm(ESALF) =			5,24			
Metodologia														Nº (2031)														i_médio =	3,0%			
AASHTO														4,43E+04																		
USACE														1,06E+05																		

3.1.5.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS DESTE ESTUDO DE TRÁFEGO

Estes estudos de tráfego foram baseados nos dados do posto de contagem localizado na Rodovia PA-368 entroncamento com a BR-422, final do trecho, em área rural pertencente ao município de Oeiras do Pará.

A rodovia PA-368 é o único acesso via terrestre para o município de Portel, interligando seu núcleo urbano a diversas comunidades adjacentes e aumentará consideravelmente seu fluxo de veículos depois de concluído os serviços de pavimentação asfáltica.

O número “N” conforme informado anteriormente para a rodovia no local do posto de contagem segundo a metodologia USACE é de 1,06E+05, o que caracteriza um tratamento superficial betuminoso (TSD), conforme preconizado no manual de pavimentação do DNIT (2006) – espessura mínima de revestimento em função do número “N”.

Devido à área do empreendimento estar situada em uma região de ilhas, sofrendo a influência das bacias hidrográficas e possuir elevados índices pluviométricos e conforme entendimento desta SETRAN – Secretaria de Estado de Transportes do Estado do Pará foi considerada pavimentação asfáltica em **concreto betuminoso com espessura de 5,0cm para a pista principal e 3,0cm para o acostamento** devido este material apresentar maior durabilidade e resistência em relação ao tratamento superficial.

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-368, Lote-IV, no município de Portel.

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-204 (Estudos topográficos para projetos básicos 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 5565+0,0 localizada no final do lote-III, na altura do Km 111,30 da PA-368, Sentido Portel – BR-422, desenvolvendo-se pelo eixo da rodovia existente e finalizando o trecho em estudo na estaca 7430, no entroncamento da PA-368 com a BR-422, abrangendo serviços de terraplenagem, limpeza da faixa de domínio, pavimentação asfáltica, locação e implantação de bueiros drenagem superficial, sinalização vertical e horizontal e reabilitação ambiental nas áreas de jazidas e empréstimos, totalizando uma extensão de 37,30 km.

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

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

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

3.2.3 Levantamento das Seções Transversais

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

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

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

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

3.2.4 Lançamento das linhas de exploração

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

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

Em que:

e = tolerância, em minutos;

n = número de vértices.

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

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

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

As medidas de distância serão feitas a trena de aço, segundo a horizontal para efeito de localização dos piquetes da linha de exploração, entretanto é

recomendável utilizar processo estadimétrico para leitura das distâncias entre P.I, a fim de se conferir as medidas efetuadas com maior precisão.

3.2.5 Nivelamento e contranivelamento das linhas de exploração

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

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

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

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

Em que:

n = quilômetros;

e = milímetros

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

3.2.6 Levantamento Cadastral da faixa de domínio

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

Abaixo segue listagem dos equipamentos utilizados nos levantamentos topográficos realizados na rodovia PA-368, Lote-IV.

- ✓ 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.

EM 18/08/2023 15:24 (Hora Local) - Aut. Assinatura: B7E3752B8BBE78EC2.FA2EB304B2E3922C.F85381B04E968103.769666E1BE750CB1F ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei 11.419/2006)

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, bem como as características geotécnicas das ocorrências dos materiais estudados, visando o fornecimento de ocorrências de solos para utilização em terraplenagem ao longo da rodovia em estudo.

3.3.1 SONDAGEM DO SUBLEITO

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

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

As características do subleito foram determinadas a partir dos resultados de ensaios geotécnicos. Assim, foram executados ao longo do trecho 75 (setenta e cinco) 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.

A seguir apresentam-se os boletins de sondagens, resumo dos ensaios e estatístico.

3.3.2 BOLETIM DE SONDAAGEM

Quadro 14 – Boletim de Sondagem do Subleito

BOLETIM DE SONDAAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
1	5575	LE	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
2	5600	X	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
3	5625	LD	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
4	5650	X	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
5	5675	LE	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
6	5700	X	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
7	5725	LD	0,00	1,50	Areia siltosa fina cinza sem possib. de realizar ensaios mecânicos
8	5750	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
9	5775	LE	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
10	5800	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
11	5825	LD	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
12	5850	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
13	5875	LE	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
14	5900	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
15	5925	LD	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
16	5950	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
17	5975	LE	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
18	6000	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
19	6025	LD	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
20	6050	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
21	6075	LE	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
22	6100	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
23	6125	LD	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
24	6150	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade

BOLETIM DE SONDAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
25	6175	LE	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
26	6200	X	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
27	6225	LD	0,00	1,50	Areia siltosa cinza com baixa plasticidade
28	6250	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
29	6275	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
30	6300	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
31	6325	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
32	6350	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
33	6375	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
34	6400	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
35	6425	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
36	6450	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
37	6475	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
38	6500	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
39	6525	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
40	6550	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
41	6575	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
42	6600	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
43	6625	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
44	6650	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
45	6675	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
46	6700	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
47	6725	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
48	6750	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
49	6775	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela

BOLETIM DE SONDAGEM DO SUBLEITO					
Furo	Estaca	Posição	Profundidade (m)		Classificação do Material
50	6800	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
51	6825	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
52	6850	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
53	6875	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
54	6900	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
55	6925	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
56	6950	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
57	6975	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
58	7000	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
59	7025	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
60	7050	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
61	7075	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
62	7100	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
63	7125	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
64	7150	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
65	7175	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
66	7200	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
67	7225	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
68	7250	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
69	7275	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
70	7300	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
71	7325	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
72	7350	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
73	7375	LE	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
74	7400	X	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela
75	7425	LD	0,00	1,50	Argila siltosa arenosa amarela

3.3.3 ESTATÍSTICA DO SUBLEITO

Quadro 15 – Análise estatística do Subleito

ANÁLISE ESTATÍSTICA - SUBLEITO							
ENSAIOS		N	\bar{X}	σ	X min	X máx	
GRANULOMETRIA	PENEIRAS - % PASSANDO	2"	75	100,00	0,00	100,00	100,00
		1"	75	100,00	0,00	100,00	100,00
		3/8"	75	100,00	0,00	100,00	100,00
		4	75	100,00	0,00	100,00	100,00
		10	75	78,56	9,60	70,60	86,51
		40	75	63,47	9,02	55,99	70,95
		80		-	-	-	-
		200	75	29,79	3,77	26,66	32,91
FAIXA DO DNER/DNIT		FF					
	L.L	75	0,0	0,0	0,00	0,00	
	I.P	75	0,0	0,00	0,00	0,00	
	E.A	-	-	-	-	-	
	I.G	75	0	0	0	0	
CLASSIF. H.R.B.		A-2-4					
AASHO NORMAL	12 GOLPES	DENS. MÁXIMA	75	1725	20,50	1708	1742
		UMID. ÓTIMA	75	9,5	0,7	8,9	10,0
		I.S.C.	75	10,76	1,33	9,66	11,86
		EXPANSÃO	75	0,00	0,00	0,00	0,00
AASHO INTERM.	26 GOLPES	DENS. MÁXIMA					
		UMID. ÓTIMA					
		I.S.C.					
		EXPANSÃO					
AASHO MOD.	55 GOLPES	DENS. MÁXIMA					
		UMID. ÓTIMA					
		I.S.C.					
		EXPANSÃO					
DADOS DE CAMPO	CAMPO	PE "IN SITU" (g/dm ³)					
		UMID. NAT. (%)					
		GRAU DE COMP. (%)					
DADOS LAB.	LAB.	DENS. MÁXIMA					
		UMID. ÓTIMA					

3.3.4 ESTUDO DAS OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

O estudo das ocorrências de materiais foi desenvolvido com o objetivo de localizar materiais de modo a suprir as necessidades dos serviços de terraplenagem, drenagem e pavimentação asfáltica 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 baixa disponibilidade de material, dotado de qualidade insuficiente para confecção das camadas de sub-base e base do pavimento asfáltico.

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

3.3.5 EMPRÉSTIMOS

Foram identificados 8 (oito) empréstimos localizados ao longo do trecho, todos economicamente viáveis a exploração, onde foram executados furos de sondagens e efetuadas coletas amostrais para os ensaios de caracterização, compactação e CBR.

O quadro a seguir apresenta a localização por estaca dos empréstimos identificados durante o levantamento de campo, bem como seu volume de material.

Quadro 16 – Coordenadas geográficas dos empréstimos.

Empréstimos		
Ocorrência	Estaca	Volumes (m ³)
Empréstimo E-29 LD/LE	5530+0,00	73.600
Empréstimo E-30 LD/LE	5980+0,00	70.400
Empréstimo E-31 LD/LE	6080+0,00	32.000
Empréstimo E-32 LD/LE	6350+0,00	41.600
Empréstimo E-33 LD/LE	6780+0,00	48.000
Empréstimo E-34 LD/LE	6975+0,00	35.200
Empréstimo E-35 LD/LE	7000+0,00	32.000
Empréstimo E-36 LD/LE	7305+0,00	35.200

A seguir é apresentado o gráfico linear dos empréstimos bem como suas localizações

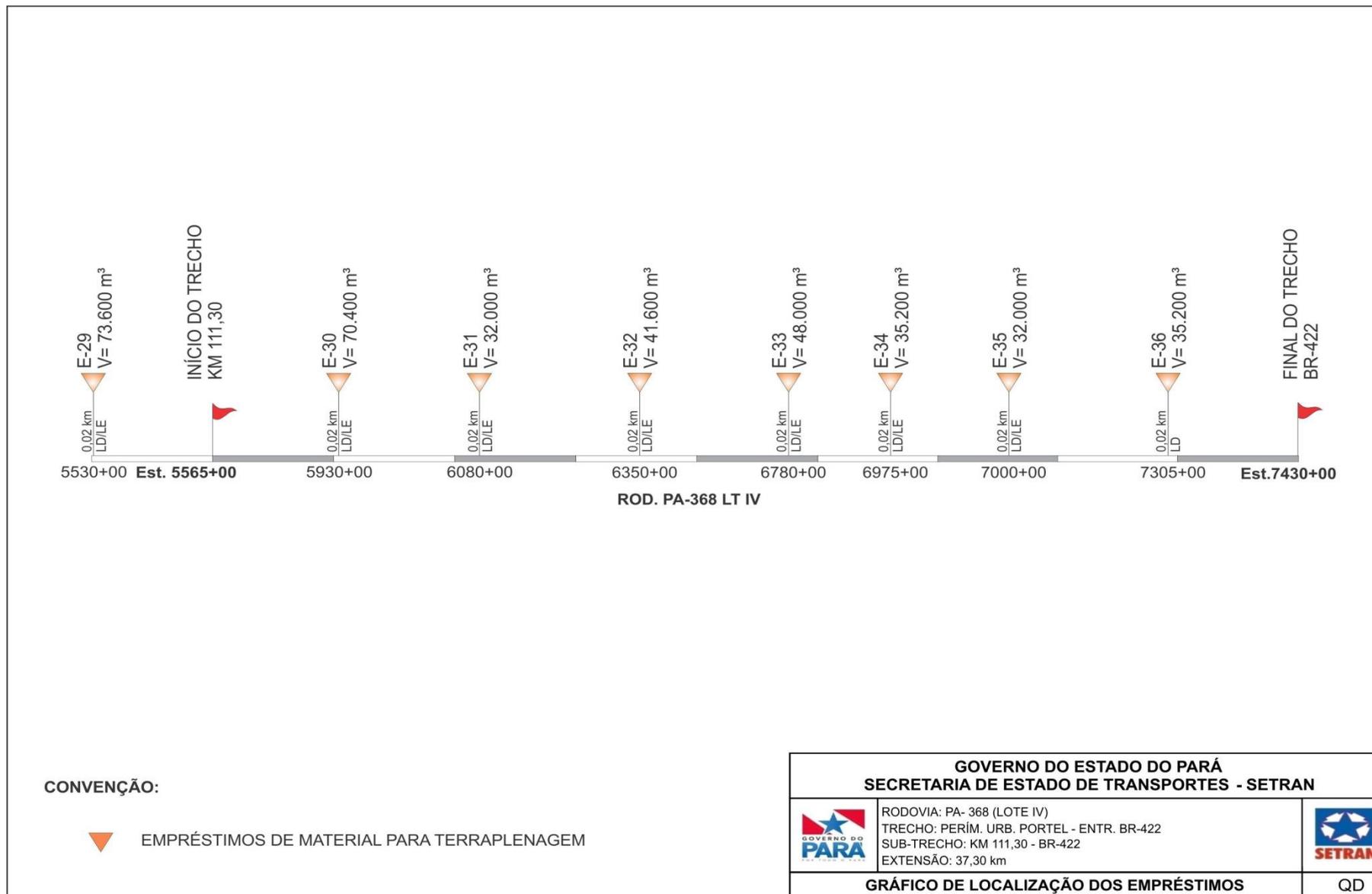


Figura 3 – Gráfico de localização dos empréstimos

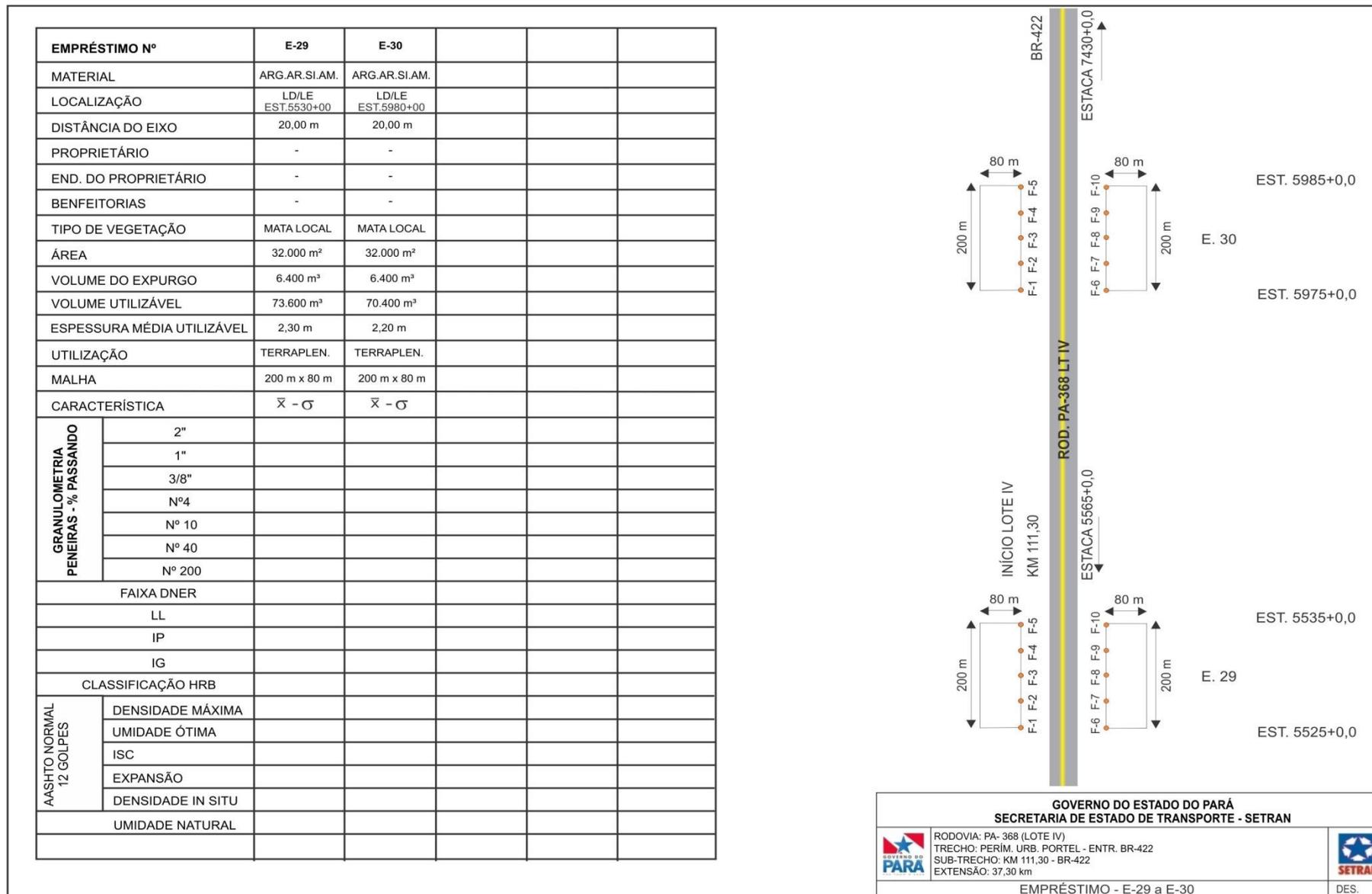


Figura 4 – Localização dos empréstimos E-29 e E-30

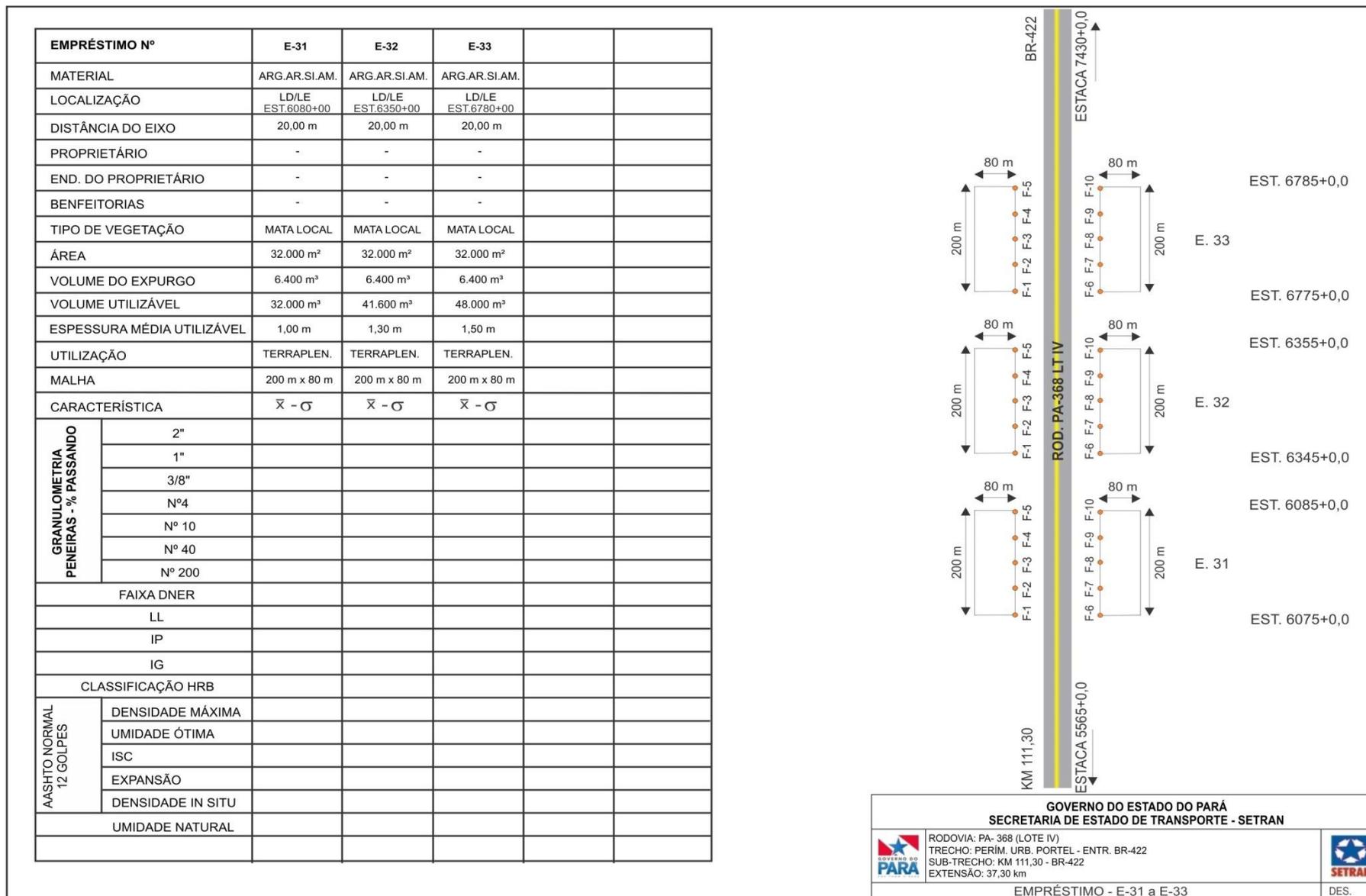
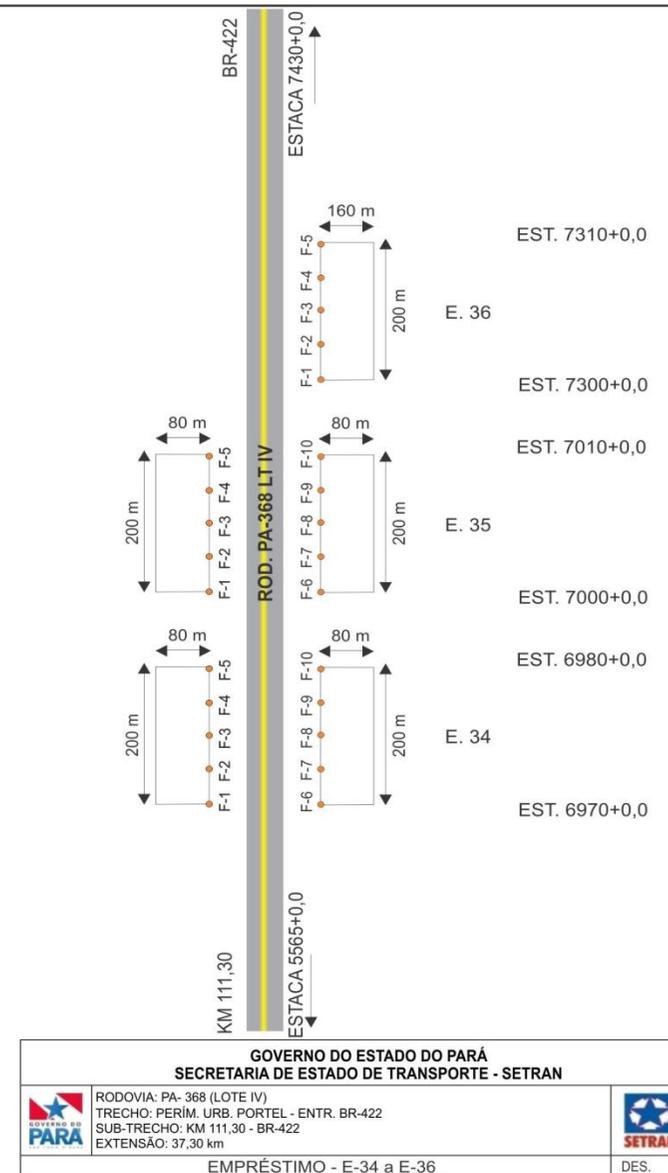


Figura 5 – Localização dos empréstimos E-31 E-32 e E-33

EMPRESTIMO Nº	E-34	E-35	E-36		
MATERIAL	ARG.AR.SI.AM.	ARG.AR.SI.AM.	ARG.AR.SI.AM.		
LOCALIZAÇÃO	LD/LE EST.6975+00	LD/LE EST.7000+00	LD EST.7305+00		
DISTÂNCIA DO EIXO	20,00 m	20,00 m	20,00 m		
PROPRIETÁRIO	-	-	-		
END. DO PROPRIETÁRIO	-	-	-		
BENFEITORIAS	-	-	-		
TIPO DE VEGETAÇÃO	MATA LOCAL	MATA LOCAL	MATA LOCAL		
ÁREA	32.000 m ²	32.000 m ²	32.000 m ²		
VOLUME DO EXPURGO	6.400 m ³	6.400 m ³	6.400 m ³		
VOLUME UTILIZÁVEL	35.200 m ³	32.000 m ³	35.200 m ³		
ESPESSURA MÉDIA UTILIZÁVEL	1,10 m	1,00 m	1,20 m		
UTILIZAÇÃO	TERRAPLEN.	TERRAPLEN.	TERRAPLEN.		
MALHA	200 m x 80 m	200 m x 80 m	200 m x 160 m		
CARACTERÍSTICA	$\bar{x} - \sigma$	$\bar{x} - \sigma$	$\bar{x} - \sigma$		
GRANULOMETRIA PENEIRAS - % PASSANDO	2"				
	1"				
	3/8"				
	Nº4				
	Nº 10				
	Nº 40				
	Nº 200				
FAIXA DNER					
LL					
IP					
IG					
CLASSIFICAÇÃO HRB					
AASHTO NORMAL 12 GOLPES	DENSIDADE MÁXIMA				
	UMIDADE ÓTIMA				
	ISC				
	EXPANSÃO				
	DENSIDADE IN SITU				
UMIDADE NATURAL					



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

	RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km	
EMPRESTIMO - E-34 a E-36		DES.

Figura 6 – Localização dos empréstimos E-34, E-35 e E-36

3.3.6 JAZIDAS

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

Devido à região em estudo ser rica em material granulométrico como areia e as jazidas lateríticas em exploração possuírem um volume abaixo do necessário para atender as camadas de pavimentação na Base, recomenda-se por fazer mistura nesta camada de Base na proporção de 70% solo e 30% de areia a fim de melhorar as propriedades importantes incluindo rigidez, estabilidade, durabilidade, permeabilidade, trabalhabilidade, resistência à fadiga e à deformação permanente e resistência ao dano por umidade.

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

O quadro a seguir apresenta as localizações por estacas das jazidas identificadas durante levantamento de campo, bem como o volume de material.

Quadro 17 – Coordenadas geográficas das jazidas

Jazidas		
Ocorrência	Estaca	Volume (m ³)
Jazida 10 (LD)	6100+0,00	51.000
Jazida 11 (LD/LE)	7075+0,00	103.500

Fonte: Elaboração Própria

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

A jazida 10 situa-se na Estaca 6100+00, lado direito, a 200 metros do eixo da rodovia em estudo. O material prospectado desta jazida é do tipo solo granular amarelo, com volume útil estimado de 51.000 m³.

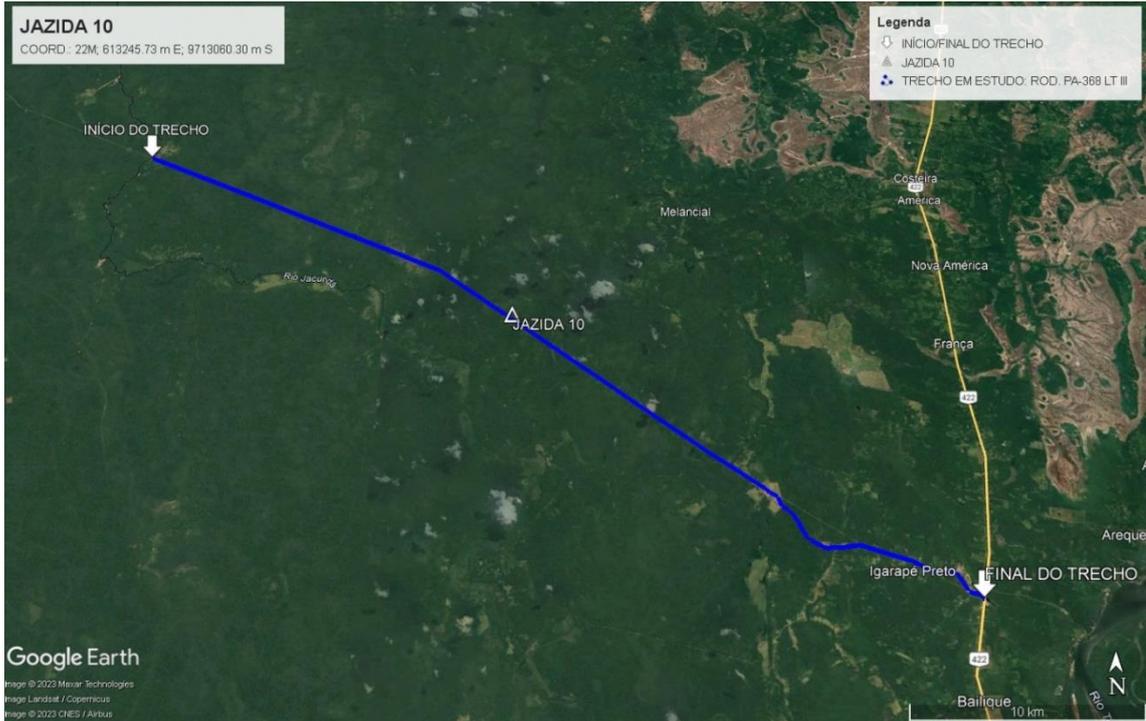


Figura 7 – Localização da Jazida 10

A jazida 11 situa-se na Estaca 7075+00, lado direito e esquerdo, a 200 metros do eixo da rodovia em estudo. O material prospectado desta jazida é do tipo solo granular amarelo, com volume útil estimado de 103.500 m³.

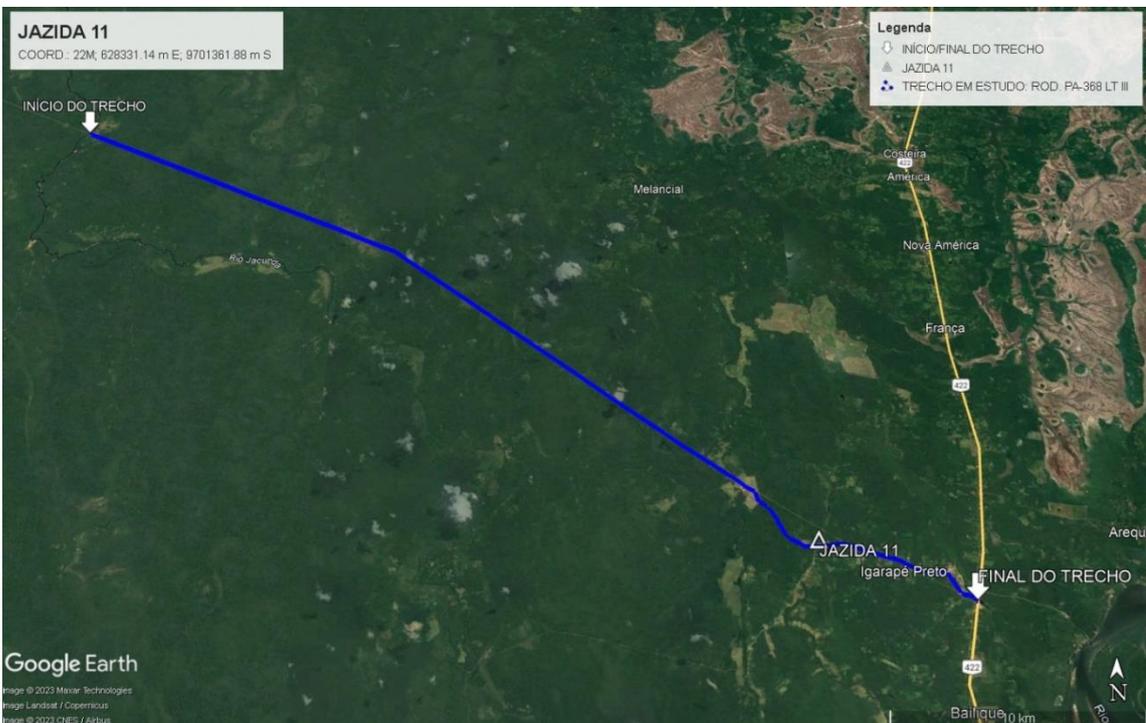


Figura 8 – Localização da Jazida 11

Abaixo, apresenta-se o gráfico linear dos materiais para as camadas de pavimentação bem como as localizações das Jazidas em relação à rodovia PA-368

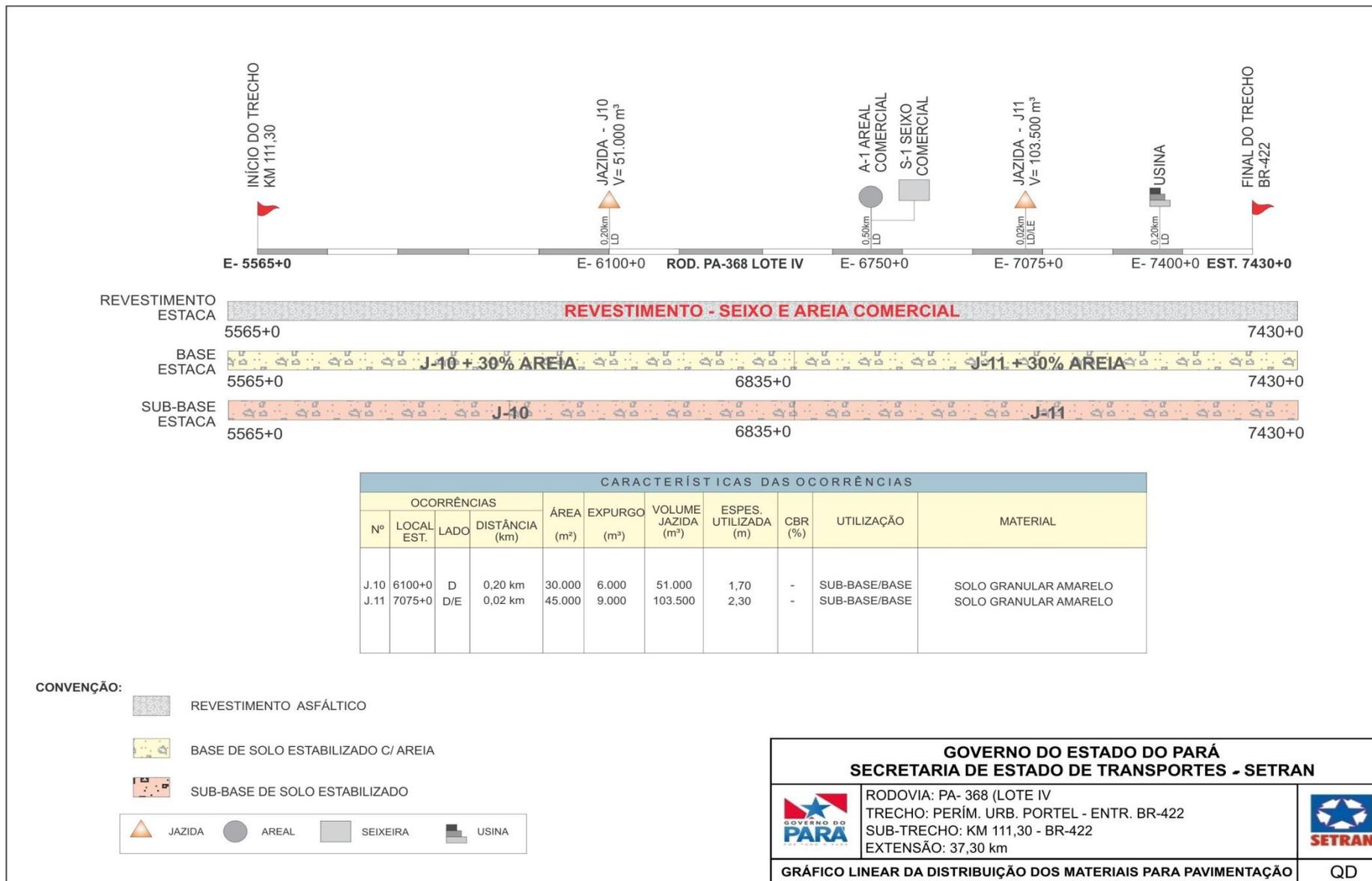


Figura 9 – Gráfico linear de distribuição dos materiais de pavimentação

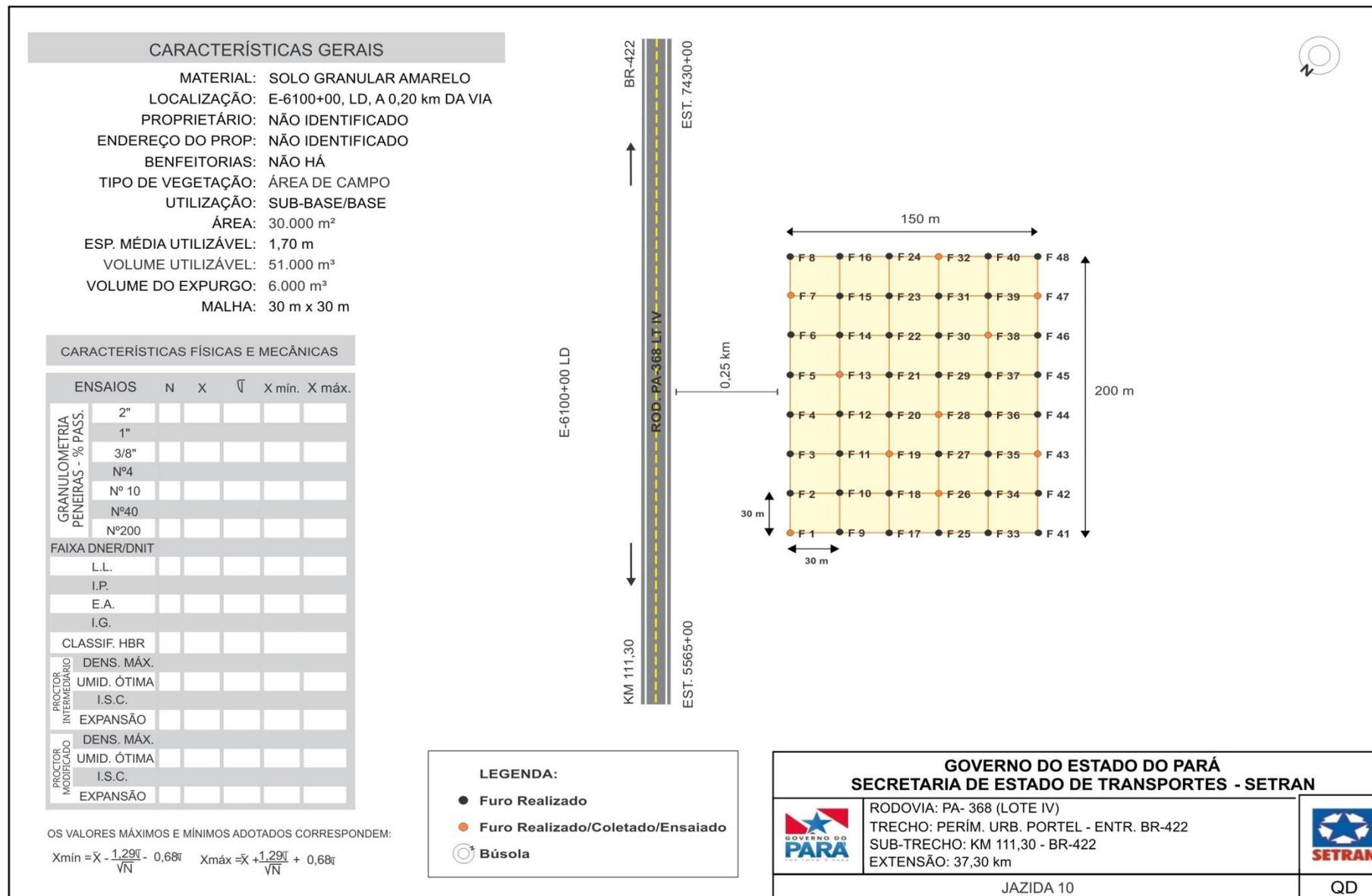


Figura 10 – Localização da Jazida 10

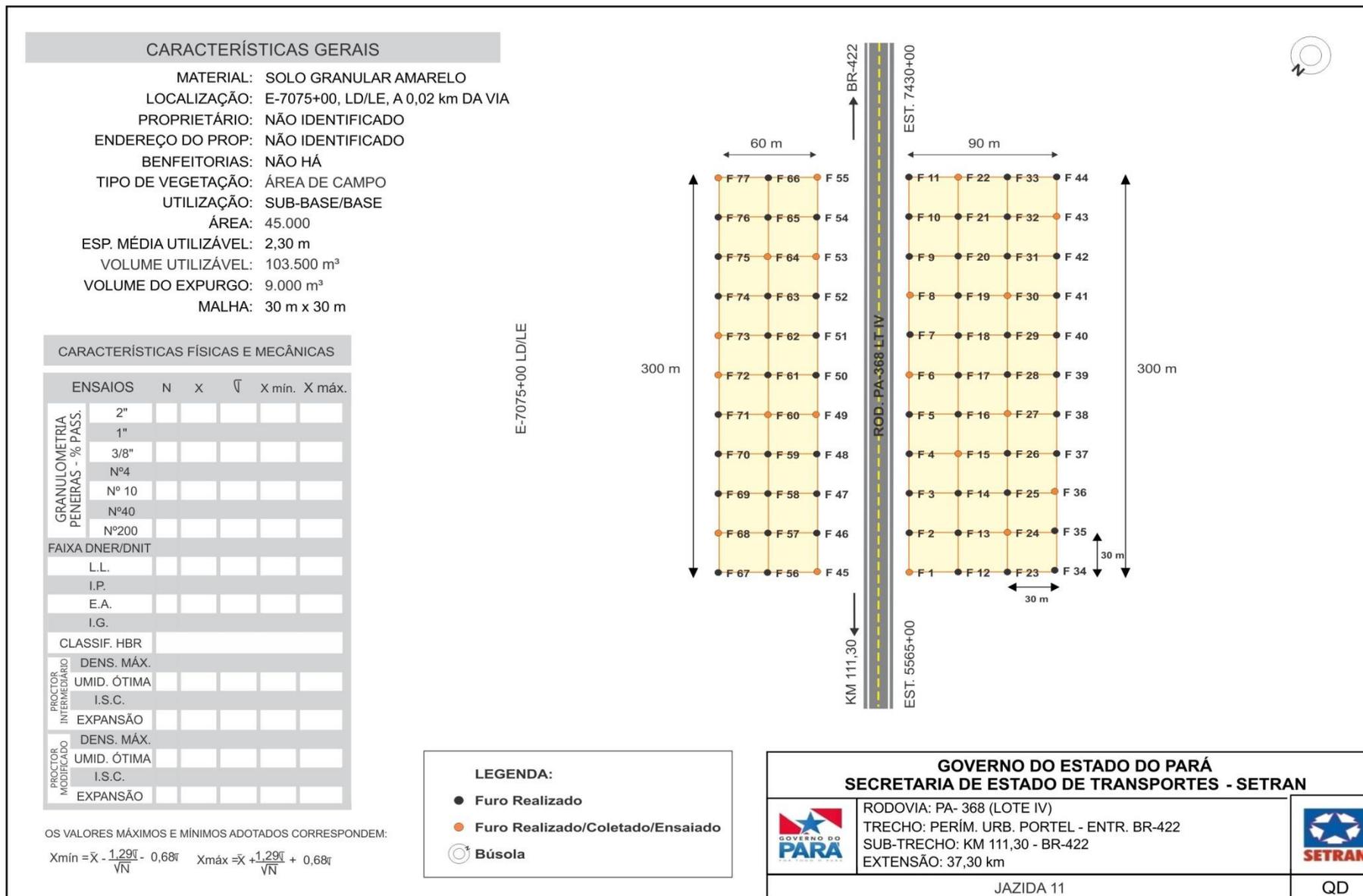


Figura 11 – Localização da Jazida 11

3.3.7 AREAIS E SEIXEIRAS

Foi identificado durante levantamento de campo na estaca 6750+00 há 500 m do eixo, lado direito, na margem do trecho em estudo um areal e seixeira comercial, com qualidade e disponibilidade para atender aos serviços de drenagem e pavimentação nas camadas de Sub-base e Base.

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 afluyente a cada obra de arte ou de drenagem superficial, compreendida na rodovia, bem como definir os regimes de chuvas e as climatologias específicas para a região cortada pela rodovia, e ainda, a identificação e caracterização das obras de drenagem.

Foram consideradas as seguintes etapas:

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

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

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

3.4.1 Clima

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

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

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

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

3.4.2 HISTÓRICO DAS CHUVAS

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

Quadro 18 – Dados da Estação

Dados da Estação	
Código	00150000
Nome	BREVES
Estado	PARÁ
Município	BREVES
Código do Município	5018000
Responsável	IDESP
Latitude	-01:41:00
Longitude	-50:29:00
Altitude (m)	8,00

3.4.3 ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE BREVES - 00150000

Após consultas, foram encontradas leituras de pluviógrafos desde setembro de 1968 até agosto de 1998, totalizando 30 anos de observações. Foram detectadas falhas de registros nos períodos de agosto de 1981 a dezembro de 1982, além de diversas falhas pontuais.

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

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

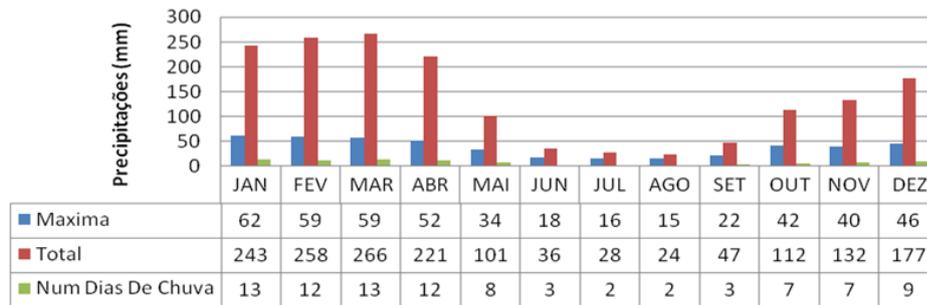


Figura 12 – Histograma das precipitações médias no período de 1968 a 1998

3.4.3.1 ESTUDO ESTATÍSTICO DAS CHUVAS MÁXIMAS

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

Neste estudo, serão utilizadas as leituras máximas anuais do posto pluviométrico de Breves (00150000), processadas mediante análise estatística conforme as metodologias de Gumbel e Ven Te Chow.

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

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

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

Quando N é muito grande, o valor de F é bastante próximo de P_b , mas para poucas observações pode haver grandes afastamentos. Esta é à base do método de Gumbel. O cálculo de probabilidades obtido por Gumbel supõe que existam infinitos elementos. Na prática, pode-se levar em conta o número real de anos de observação utilizando-se a fórmula geral de Ven Te Chow.

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

Onde:

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

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

k = Fator de frequência;

σ = Desvio padrão das N precipitações máximas diárias.

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

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

Onde:

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

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

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

n = número de amostras

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

Quadro 19 – Variável reduzida

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

Segue a série histórica das máximas e o processamento estatístico conforme exposto acima da estação pluviométrica Breves (00150000):

Quadro 20 – Série histórica estação pluviométrica Breves

Ano	Máxima (mm)	Mês	Ano	Máxima (mm)	Mês
1968	131	JAN	1984	146	JAN
1969	65	SET	1985	96	MAR
1970	62	JAN	1986	121	FEV
1971	82	JUN	1987	98	NOV
1972	70	MAR	1988	81	FEV
1973	68	NOV	1989	102	FEV
1974	68	MAI	1990	69	JAN
1975	60	JAN	1991	71	NOV
1976	94	JAN	1992	113	MAR
1977	79	ABR	1993	123	ABR
1978	87	FEV	1994	66	DEZ
1979	148	OUT	1995	118	MAR
1980	83	DEZ	1996	97	FEV
1981	190	JAN	1997	78	DEZ
1982	68	ABR	1998	94	JAN
1983	110	MAR	1999	69	JAN

3.4.4 PARÂMETROS

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

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

3.4.5 CÁLCULO DO FATOR DE FREQUÊNCIA “K”

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

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

Quadro 21 – Tempos de Recorrências – TR

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

3.4.6 DEFINIÇÃO DAS CURVAS DE PRECIPITAÇÃO X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

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

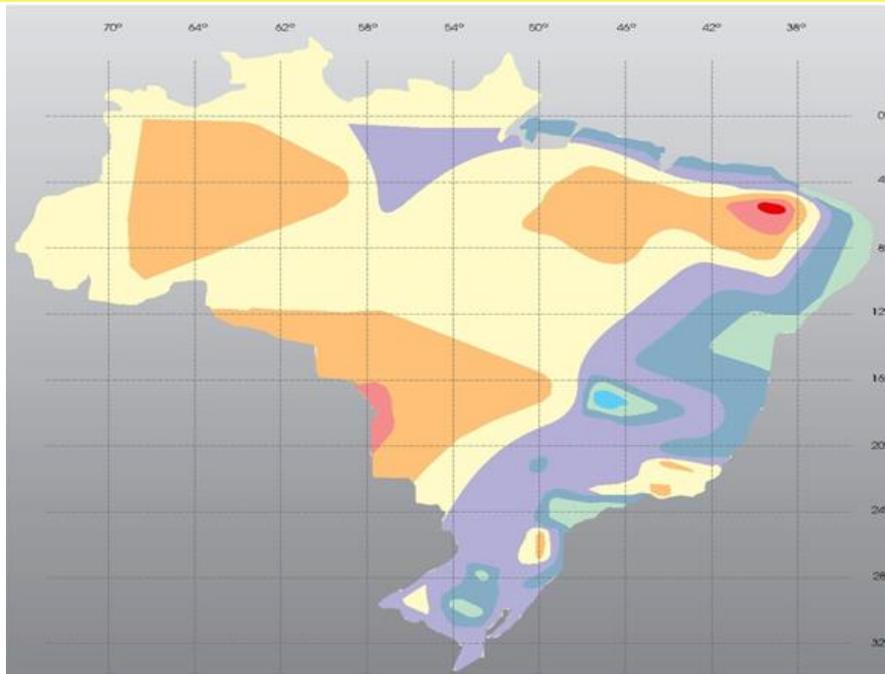


Figura 13 – Mapa de Isozonas

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

Quadro 23 – Desagregação / Precipitações - Estação Pluviométrica Breves

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

Quadro 24 – Intensidade das chuvas desagregadas - Estação Pluviométrica

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

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

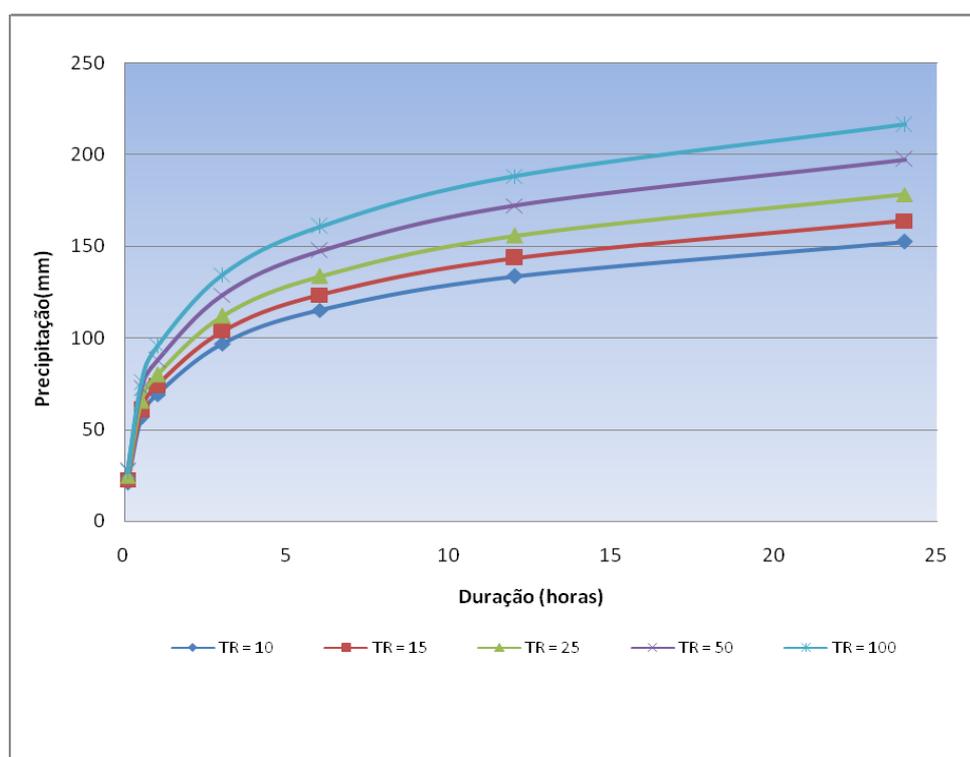


Figura 14 – Curvas Precipitação x Duração x Frequência

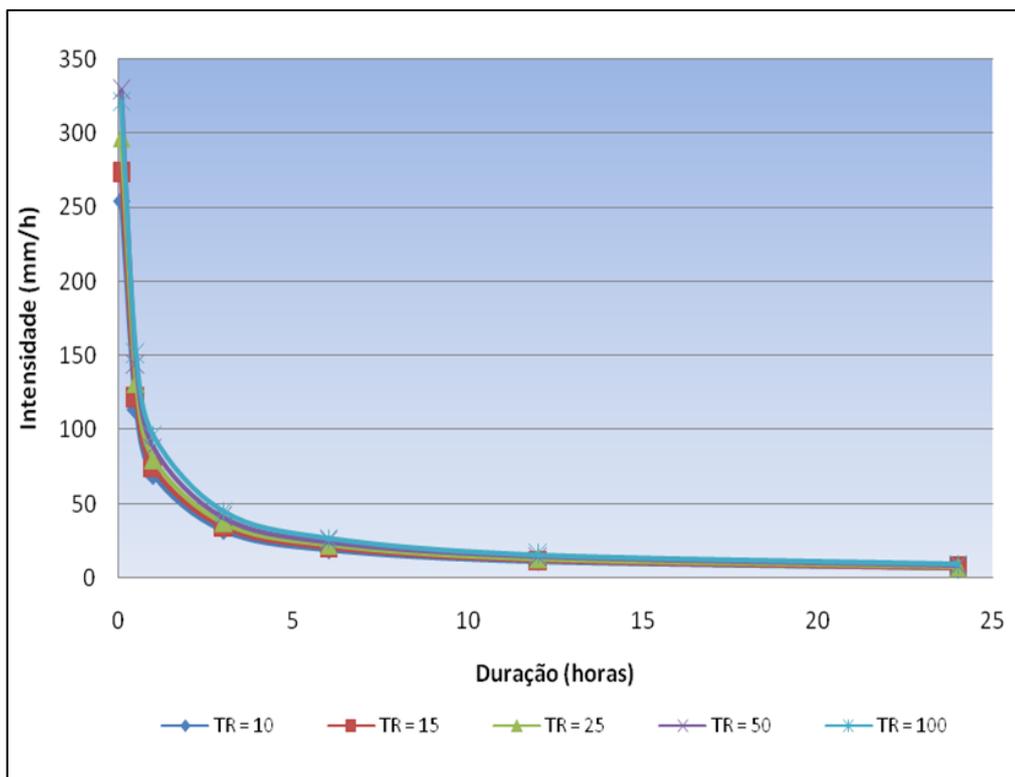


Figura 15 – Curvas Intensidade x Duração x Frequência

3.4.7 TEMPOS DE RECORRÊNCIA ADOTADOS NO PROJETO

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

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

3.4.8 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

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

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

Onde:

Tc = Tempo de concentração, em hora;

L = Extensão do talvegue, em km; e

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

3.4.9 MÉTODO RACIONAL

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

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

Onde:

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

A = área da superfície de contribuição, em km²

3.4.10 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

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

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

Onde:

- ✓ A = área da bacia, em km².

Obtendo a fórmula:

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

Onde:

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

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

3.4.11 VALORES DO COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”

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

Onde:

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

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

3.4.12 MÉTODO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR (HUT)

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

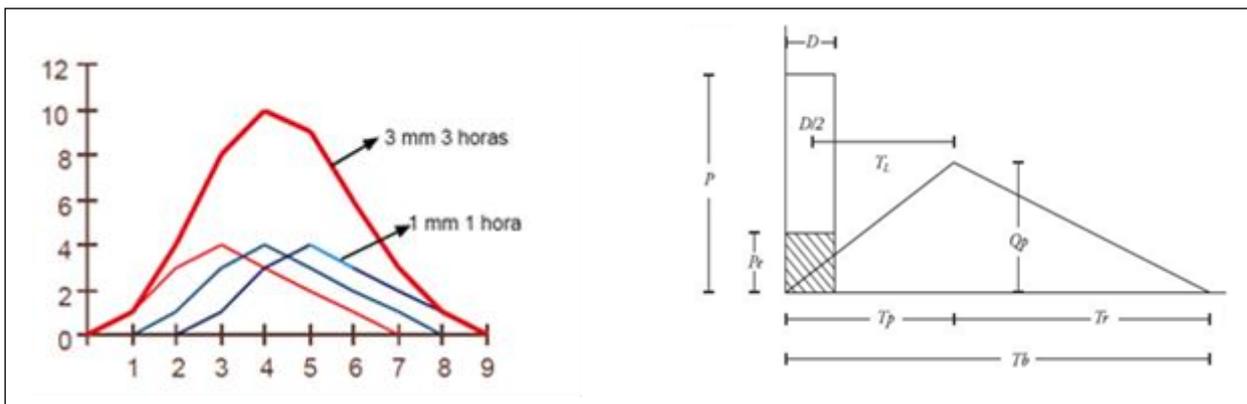


Figura 17 – Hidrograma Unitário Triangular

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

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

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

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

Sendo:

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

Onde:

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

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

4 PROJETOS

4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

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

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

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

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

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

O trecho tem seu início no final do lote-III, na estaca 5565+0,00, na altura do Km 111,30 da PA-368, sentido Portel x BR-422 e o seu final no entroncamento com a BR-422.

4.1.1 VALORES BÁSICOS DE PROJETO

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

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

Foram adotados os seguintes parâmetros básicos para o projeto:

Quadro 25 – Valores Básicos de Projetos

Valores básicos de Projeto	
Extensão da Rodovia	37,30 Km
Classe da Rodovia	III
Velocidade de Projeto	60 Km/h
Distância mínima de visibilidade de parada	90 m
Raio mínimo de curvas horizontais	110,00 m
Rampa máxima longitudinal	6%
Superelevação máxima	6%

4.1.2 SEÇÃO TRANSVERSAL DA RODOVIA

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

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

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

Quadro 26 – Dimensões da Rodovia em execução

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

4.1.3 PROJETO EM PLANTA

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

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

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

4.1.4 RESULTADOS OBTIDOS

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

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

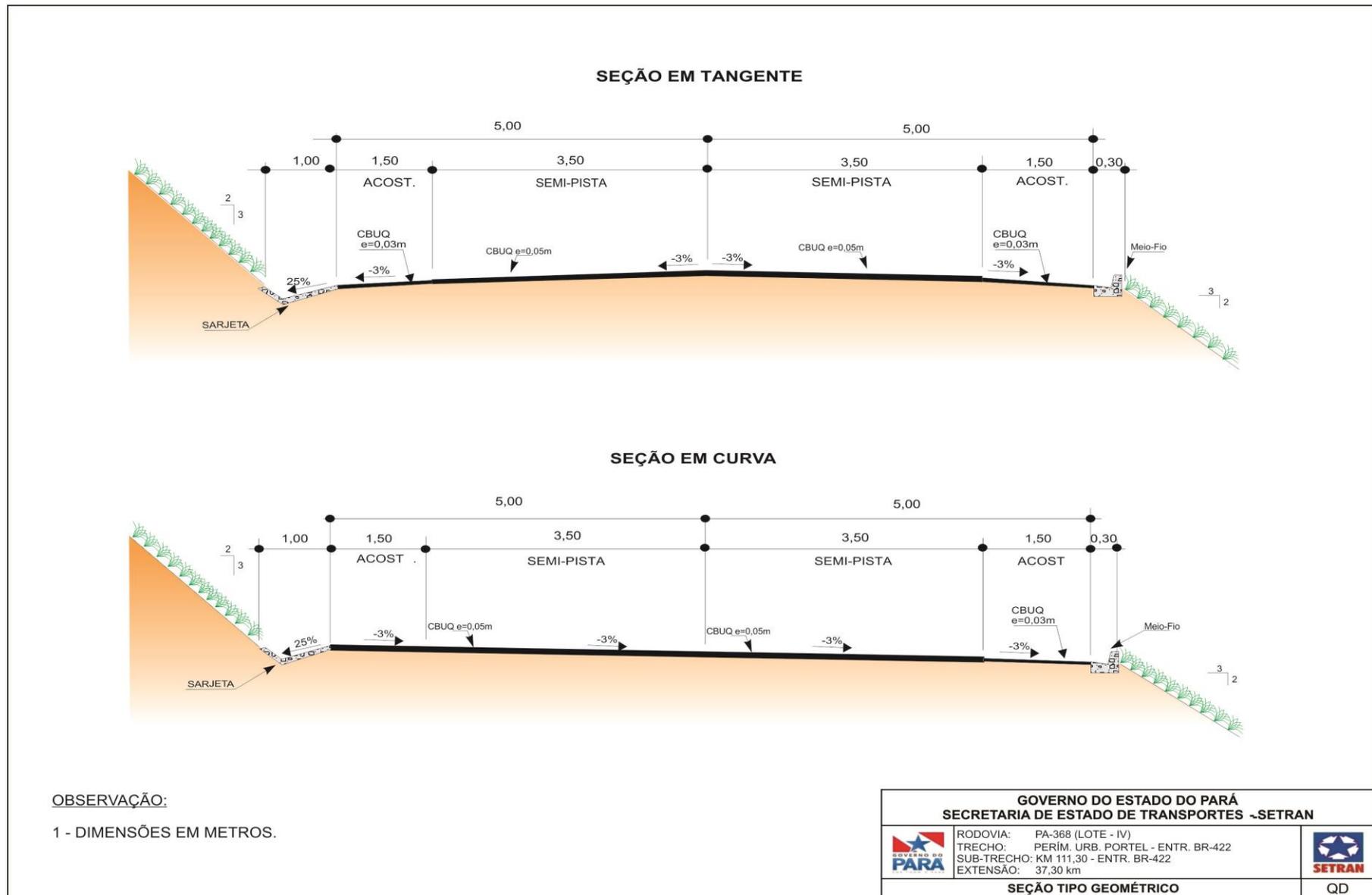


Figura 18 – Seção tipo do projeto geométrico

4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de Terraplenagem foi elaborado seguindo as recomendações contidas na IS-209 (Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem) do manual de diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários, 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 dos estudos geotécnicos.

Os estudos geotécnicos forneceram 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:

- ✓ Largura de plataforma (L) em função da espessura de pavimento (h):

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

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

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

Geometria dos taludes ficou assim definida:

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

4.2.3 DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS

Conforme estudos geotécnicos, a obra em si apresenta considerável movimentação de terras devido às particularidades de execução dos serviços de terraplenagem, OAC e meio ambiente para atender a uma plataforma acabada de 10,00m de largura que atualmente encontra-se em segmentos de leito natural e deverá ficar bem consolidada com os serviços de terraplenagem e pavimentação asfáltica.

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

O grau de compactação a ser utilizado no corpo de aterro é 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.

4.2.5 RESULTADOS OBTIDOS

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

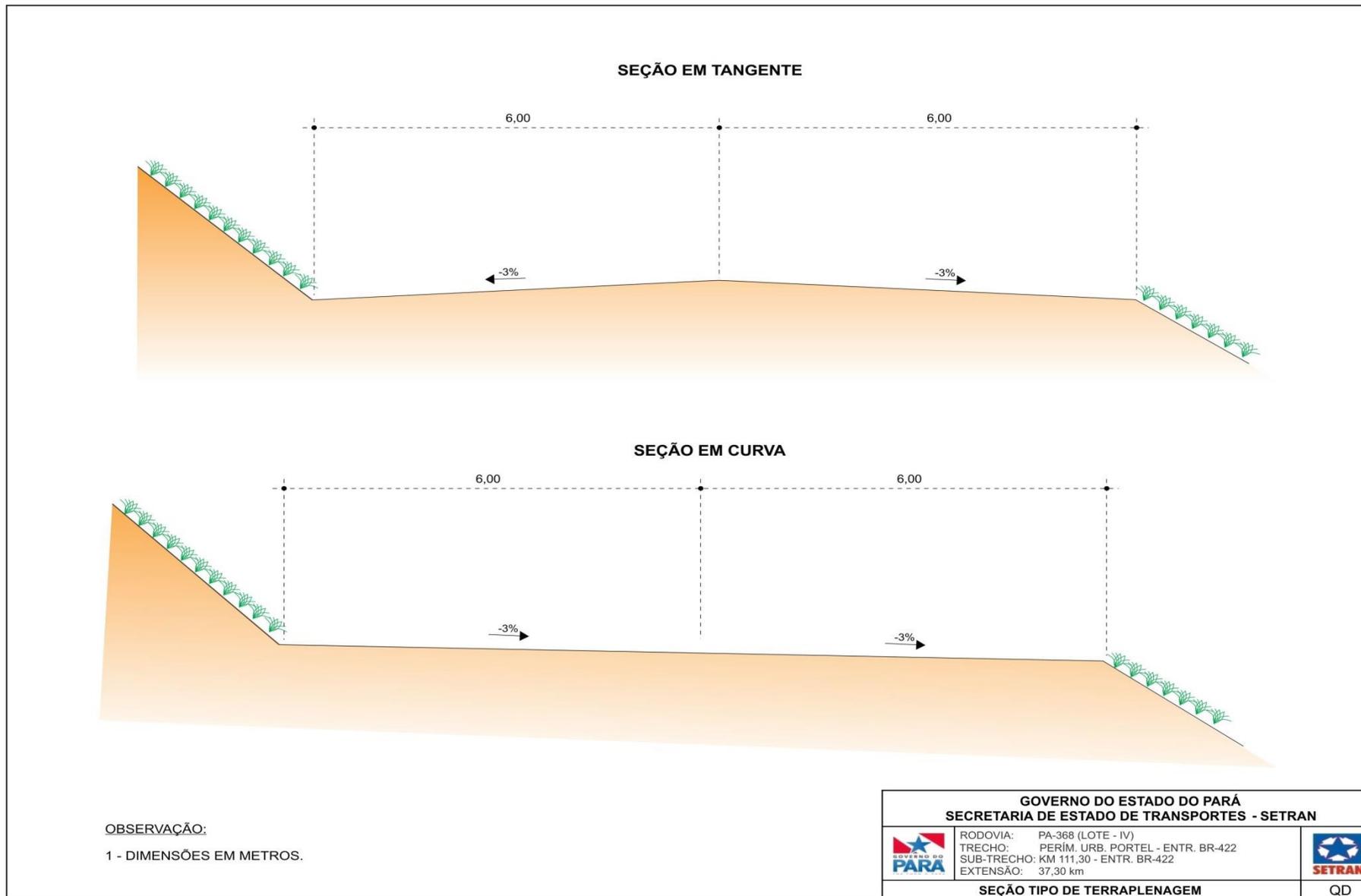


Figura 19 – Seção tipo do projeto de Terraplenagem

Quadro 27 – Resumo da terraplenagem

1. Desmatamento, Destocamento e Limpeza de Árvores de Diâmetro até 0,15 metros.									
Faixa de construção									742.400,00 m ²
2. Roçada Manual									
Faixa de construção									0,34 ha
3. Destocamento de Árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 metros.									
Faixa de construção									4.475,00 und
4. Destocamento de Árvores com diâmetro maior de 0,30 metros.									
Faixa de construção									597,00 und
5. Origem do Material Escavado									
			CORTE		EMPRÉSTIMO			TOTAL	
			0,000 m ³		457.718,720 m ³			457.718,720 m ³	
6. Destino do Material Escavado									
			ATERRO		BOTA-FORA			TOTAL	
			457.718,720 m ³		0,000 m ³			457.718,720 m ³	
7. Distribuição do Material Escavado:									
Escavação Carga e Transporte Com DMT:				1ª Categoria	2ª Categoria	3ª Categoria		TOTAL	
De 51 a	200 m		7.188,480 m ³	-	-	-		7.188,480 m ³	
De 201 a	400 m		14.152,320 m ³	-	-	-		14.152,320 m ³	
De 401 a	600 m		54.046,800 m ³	-	-	-		54.046,800 m ³	
De 601 a	800 m		9.434,880 m ³	-	-	-		9.434,880 m ³	
De 801 a	1000 m		17.971,200 m ³	-	-	-		17.971,200 m ³	
De 1001 a	1200 m		21.565,440 m ³	-	-	-		21.565,440 m ³	
De 1201 a	1400 m		25.608,960 m ³	-	-	-		25.608,960 m ³	
De 1401 a	1600 m		59.230,080 m ³	-	-	-		59.230,080 m ³	
De 1801 a	2000 m		8.087,040 m ³	-	-	-		8.087,040 m ³	
De 2001 a	2500 m		63.947,520 m ³	-	-	-		63.947,520 m ³	
De 2501 a	3000 m		37.964,160 m ³	-	-	-		37.964,160 m ³	
De 3001 a	5000 m		138.521,840 m ³	-	-	-		138.521,840 m ³	
	TOTAL		457.718,720 m³	-	-	-		457.718,720 m³	
8. Compactação de aterros:									
PROCTOR 100% DO NORMAL			352.091,323 m ³						
9. Remoção de Material Inservível (Bota Fora) (DMT = 2,5km a 3,0km) - m³									
Remoção de solo. (m ³)			4.622,400 m ³						
10. Camada de drenagem para fundação de aterro com areia - m³									
Camada drenante (m ³)			4.622,400 m ³						
				GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
				 RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km					
		RESUMO DA DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM				QD			

Quadro 28 – Distribuição da terraplenagem

PROCEDÊNCIA DO MATERIAL ESCAVADO					DESTINO DO MATERIAL ESCAVADO									
Corte (C) Alargamento (AC) Emprestimo (E)	LOCALIZAÇÃO	VOLUME - m³			ATERRO				BOTA - FORA					
		ESTACA - ESTACA (LADO)	1ª CAT.	2ª CAT.	3ª CAT.	LOCALIZAÇÃO		VOLUME - m³	D. M. T. km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km	LOCALIZAÇÃO ESTACA - LADO	VOLUME m³	D M T km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km
	ESTACA - ESTACA					PARCIAL	ACUMULADO							
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800				5.575 + 0,0	5.585 + 0,0	4.492,800		1,00	4.492,800			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	10.108,800				5.585 + 0,0	5.630 + 0,0	10.108,800		1,55	15.668,640			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	3.594,240				5.630 + 0,0	5.638 + 0,0	3.594,240		2,08	7.476,019			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	13.253,760				5.638 + 0,0	5.697 + 0,0	13.253,760		2,75	36.447,840			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	3.594,240				5.697 + 0,0	5.705 + 0,0	3.594,240		3,42	12.292,301			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	12.355,200				5.705 + 0,0	5.760 + 0,0	12.355,200		4,05	50.038,560			
E29	5530 + 0,0 - LD/E - 20m	3.144,960				5.760 + 0,0	5.767 + 0,0	3.144,960		4,67	14.686,963			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	16.398,720				5.767 + 0,0	5.840 + 0,0	16.398,720		3,53	57.887,482			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400				5.840 + 0,0	5.845 + 0,0	2.246,400		2,75	6.177,600			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	12.355,200				5.845 + 0,0	5.900 + 0,0	12.355,200		2,15	26.563,680			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	17.971,200				5.900 + 0,0	5.960 + 0,0	17.971,200		1,00	17.971,200			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	1.797,120				5.960 + 0,0	5.968 + 0,0	1.797,120		0,32	575,078			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	2.695,680				5.968 + 0,0	5.980 + 0,0	2.695,680		0,12	323,482			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800				5.980 + 0,0	5.990 + 0,0	4.492,800		0,10	449,280			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	18.720,000				5.990 + 0,0	6.115 + 0,0	18.720,000		1,45	27.144,000			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	10.483,200				6.115 + 0,0	6.150 + 0,0	10.483,200		3,05	31.973,760			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400				6.150 + 0,0	6.160 + 0,0	2.246,400		3,50	7.862,400			
E30	5980 + 0,0 - LD/E - 20m	11.232,000				6.150 + 0,0	6.200 + 0,0	11.232,000		3,90	43.804,800			
E31	6080 + 0,0 - LD/E - 20m	8.985,600				6.200 + 0,0	6.220 + 0,0	8.985,600		2,60	23.362,560			
E31	6080 + 0,0 - LD/E - 20m	9.878,000				6.220 + 0,0	6.270 + 0,0	9.878,000		3,30	32.597,400			
E31	6080 + 0,0 - LD/E - 20m	3.594,240				6.270 + 0,0	6.278 + 0,0	3.594,240		3,88	13.945,651			
E31	6080 + 0,0 - LD/E - 20m	9.434,880				6.278 + 0,0	6.320 + 0,0	9.434,880		4,38	41.324,774			
E31	6080 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800				6.320 + 0,0	6.330 + 0,0	4.492,800		4,90	22.014,720			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	12.355,200				6.330 + 0,0	6.385 + 0,0	12.355,200		0,30	3.650,400			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400				6.385 + 0,0	6.390 + 0,0	2.246,400		0,75	1.684,800			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	15.724,800				6.390 + 0,0	6.460 + 0,0	15.724,800		1,50	23.587,200			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800				6.460 + 0,0	6.470 + 0,0	4.492,800		2,30	10.333,440			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	17.971,200				6.470 + 0,0	6.550 + 0,0	17.971,200		3,20	57.507,840			
E32	6350 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800				6.550 + 0,0	6.560 + 0,0	4.492,800		4,10	18.420,480			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	15.724,800				6.560 + 0,0	6.630 + 0,0	15.724,800		3,70	58.181,760			

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



RODOVIA: PA-368 (LOTE IV)
TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422
EXTENSÃO: 37,30 km



DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM QD

PROCEDÊNCIA DO MATERIAL ESCAVADO					DESTINO DO MATERIAL ESCAVADO									
Corte (C) Alargamento (AC) Empréstimo (E)	LOCALIZAÇÃO ESTACA - ESTACA (LADO)	VOLUME - m³			ATERRO					BOTA - FORA				
		1ª CAT.	2ª CAT.	3ª CAT.	LOCALIZAÇÃO		VOLUME - m³		D. M. T. km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km	LOCALIZAÇÃO ESTACA - LADO	VOLUME m³	D M T km	MOMENTO DE TRANSPORTE m³ x km
					ESTACA - ESTACA	PARCIAL	ACUMULADO							
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400			6.630 + 0,0	6.635 + 0,0	2.246,400			2,95	6.626,880			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	8.985,600			6.635 + 0,0	6.675 + 0,0	8.985,600			2,50	22.464,000			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800			6.675 + 0,0	6.685 + 0,0	4.492,800			2,00	8.985,600			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	13.478,400			6.685 + 0,0	6.745 + 0,0	13.478,400			1,30	17.521,920			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800			6.745 + 0,0	6.755 + 0,0	4.492,800			0,60	2.695,680			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	16.848,000			6.755 + 0,0	6.830 + 0,0	16.848,000			0,42	7.020,000			
E33	6780 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400			6.830 + 0,0	6.835 + 0,0	2.246,400			1,05	2.358,720			
E34	6975 + 0,0 - LD/E - 20m	16.848,000			6.835 + 0,0	6.910 + 0,0	16.848,000			2,05	34.538,400			
E34	6975 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400			6.910 + 0,0	6.915 + 0,0	2.246,400			1,25	2.808,000			
E34	6975 + 0,0 - LD/E - 20m	18.354,000			6.915 + 0,0	7.010 + 0,0	18.354,000			0,51	9.321,900			
E34	6975 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800			7.010 + 0,0	7.020 + 0,0	4.492,800			0,80	3.594,240			
E34	6975 + 0,0 - LD/E - 20m	6.739,200			7.020 + 0,0	7.050 + 0,0	6.739,200			1,20	8.087,040			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	3.594,240			7.050 + 0,0	7.058 + 0,0	3.594,240			1,08	3.881,779			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	7.188,480			7.058 + 0,0	7.090 + 0,0	7.188,480			1,48	10.638,950			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	3.594,240			7.090 + 0,0	7.098 + 0,0	3.594,240			1,88	6.757,171			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	4.942,080			7.098 + 0,0	7.120 + 0,0	4.942,080			2,18	10.773,734			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400			7.120 + 0,0	7.125 + 0,0	2.246,400			2,45	5.503,680			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	11.232,000			7.125 + 0,0	7.175 + 0,0	11.232,000			3,00	33.696,000			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	2.246,400			7.175 + 0,0	7.180 + 0,0	2.246,400			3,55	7.974,720			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	6.739,200			7.180 + 0,0	7.210 + 0,0	6.739,200			3,90	26.282,880			
E35	7000 + 0,0 - LD/E - 20m	4.492,800			7.210 + 0,0	7.220 + 0,0	4.492,800			4,30	19.319,040			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	9.884,160			7.220 + 0,0	7.264 + 0,0	9.884,160			1,26	12.454,042			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	2.695,680			7.264 + 0,0	7.270 + 0,0	2.695,680			0,76	2.048,717			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	14.352,000			7.270 + 0,0	7.360 + 0,0	14.352,000			0,47	6.777,333			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	4.492,800			7.360 + 0,0	7.370 + 0,0	4.492,800			1,20	5.391,360			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	7.488,000			7.370 + 0,0	7.395 + 0,0	7.488,000			1,55	11.606,400			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	4.492,800			7.395 + 0,0	7.415 + 0,0	4.492,800			2,00	8.985,600			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	4.492,800			7.415 + 0,0	7.425 + 0,0	4.492,800			2,30	10.333,440			
E36	7305 + 0,0 - LD - 20m	1.497,600			7.425 + 0,0	7.430 + 0,0	1.497,600			2,45	3.669,120			
		457.718,720					457.718,720							

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km
	
DISTRIBUIÇÃO DE TERRAPLENAGEM	QD

Quadro 30 – Dest. de árvores de diâmetro entre 0,15 e 0,30m e acima de 0,30m

LOCALIZAÇÃO		LADO D-E	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)	LOCALIZAÇÃO		LADO D-E	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m²)
ESTACA	ESTACA					ESTACA	ESTACA				
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES C/DIAM. 0,15 a 0,30 m						DESTOCAMENTO DE ÁRVORES C/DIAM. > DE 0,30 m					
5565 + 0,0	6835 + 0,0	D/E	25.400,00	10,00	508.000,00	5565 + 0,0	6835 + 0,0	D/E	25.400,00	10,00	508.000,00
6835 + 12,0	7430 + 0,0	D/E	11.888,00	10,00	237.760,00	6835 + 12,0	7430 + 0,0	D/E	11.888,00	10,00	237.760,00
					745.760,00						745.760,00
DESM. DESTOC. DE ÁRVORES C/DIAM. 0,15 a 0,30 m = 4.475 und.					4.475	DESM. DESTOC. DE ÁRVORE COM DIÂM. > 0,30 m = 597 und.					597
OBS.: Critérios utilizados nos contagem das árvores por área de supressão vegetal # Para áreas com árvores com diam. 0,15 a 0,30 m = foi realizado contagem por amostragem uma árvore por 100m2 e adotado 60% da área total. = 4.475 und. # Para áreas com árvores com diam. > 0,30 m = foi realizado contagem por amostragem uma árvore por 500m2 e adotado 40% da área total. = 597 und.						GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
								RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km			
DESTOCAMENTO DE ÁRVORES DE DIAM. 0,15 a 0,30m e > 0,30m										QD	

4.3 PROJETO DE DRENAGEM OBRAS-DE-ARTES CORRENTES

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

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

A necessidade da drenagem subterrânea foi definida sob vários aspectos:

- ✓ 1 - "in loco", a partir das condições visuais e de observação do nível do lençol freático,
- ✓ 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 não existem dispositivos de drenagem superficial ao longo do sub-trecho, a via projetada sofrerá intervenção com alargamento para atender aos serviços de construção 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 ao longo do empreendimento de bueiros tipo BSTC, BDTC e BTTC com Ø de 0,80, 1,00m e 1,20m.

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

4.3.2 CRITÉRIOS ADOTADOS

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

Devido 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.

$$C = \frac{C1A1 + C2A2 + \dots + Cn \cdot An}{A1 + A2 + \dots + An}$$

Onde:

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

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

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

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

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

Onde:

- ✓ Q_a = Vazão admissível, em m³/s;
- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ V = Velocidade de escoamento, em m/s;
- ✓ n = Coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional, função do tipo de revestimento adotado (ver tabela apresentada nos estudos hidrológicos);
- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ I = Declividade longitudinal de instalação do dispositivo de drenagem.

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

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

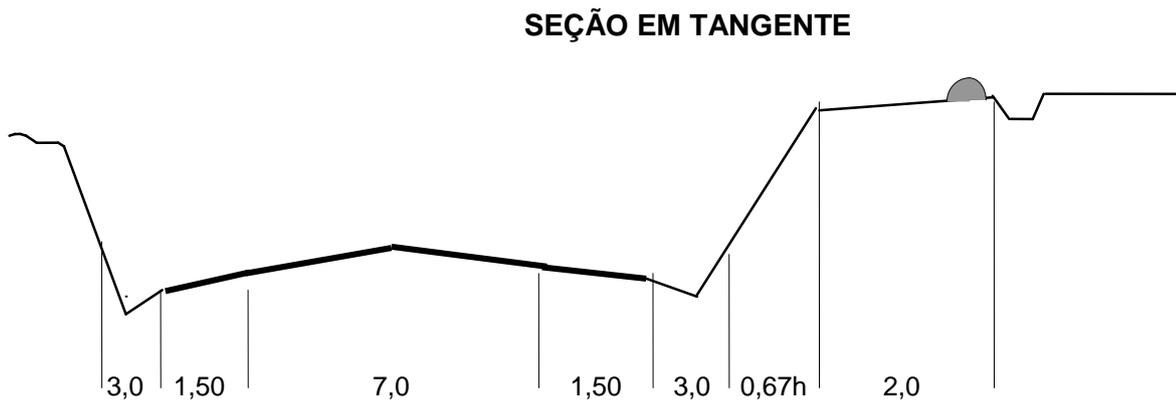
Considerando-se que a forma, dimensões e revestimento dos dispositivos a adotar foram pré-estabelecidos, o dimensionamento consistiu em se determinar seus comprimentos críticos.

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

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

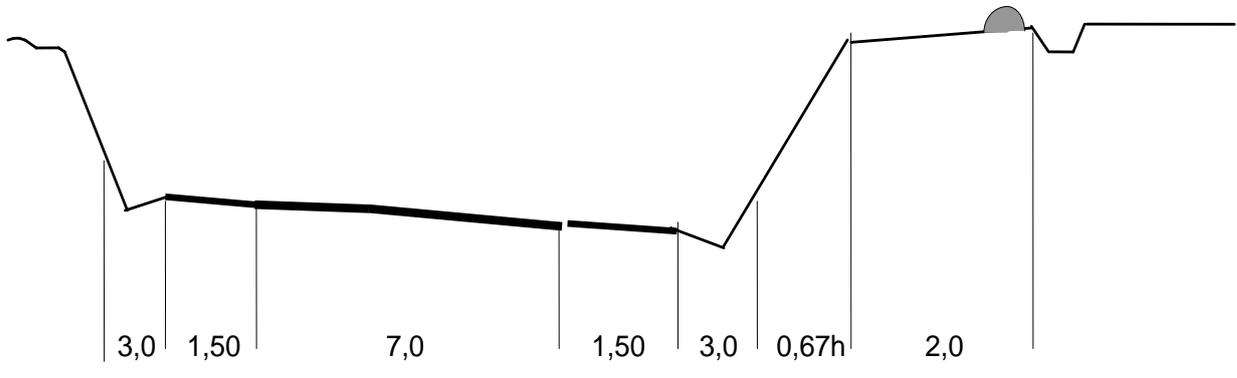
4.3.3 SARJETAS DE CORTE

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	1,50	2,00	1,00	0,67 h	2,00
Coef. escoam.(C)	0,85	0,80	0,35	0,95	0,35	0,20

SEÇÃO EM CURVA

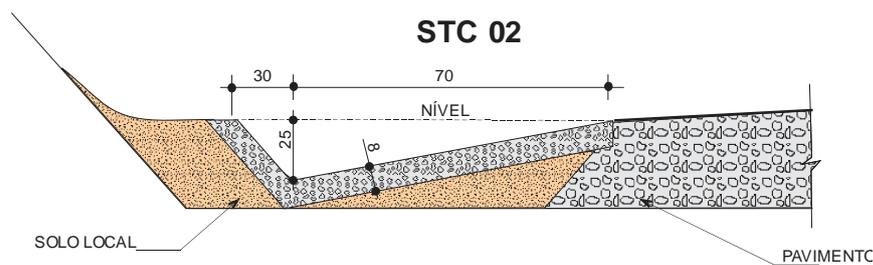


	Acost.	Pista	Acost.	Alarg. Corte	Sarjeta	Talude de Corte	distância da crista à valeta
Largura -L(m)	1,50	7,00	1,50	2,00	1,00	0,67 h	2,00
Coef. Escoam.(C)	0,80	0,85	0,80	0,35	0,95	0,35	0,20

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

SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO

(considerando folga de 5cm)



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

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

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

Onde:

- ✓ d = Comprimento máximo das sarjetas, em m;
- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ i = Declividade longitudinal do greide, em m/m;
- ✓ n = Coeficiente de Rugosidade do material da Sarjeta, adimensional (n = 0,015);
- ✓ I = Intens. de chuva para tc = 5 minutos e TR =10 anos, (I = 152,34 mm/h);
- ✓ L₁ = Largura da plataforma que contribui para a sarjeta (Ltang = 5,0m, Lcurva = 10,0m).
- ✓ C1 = Coeficiente de escoamento superficial médio da plataforma da rodovia, adimensional (C1=0,84);
- ✓ L2 = Largura da projeção horizontal equivalente do talude de corte, considerando um afastamento da valeta de crista de corte de 2,0m (L2=6,00 m).
- ✓ C2 = Coeficiente de escoamento superficial médio do talude de corte, considerando altura média de 3,0m, (adimensional C2=0,30).

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

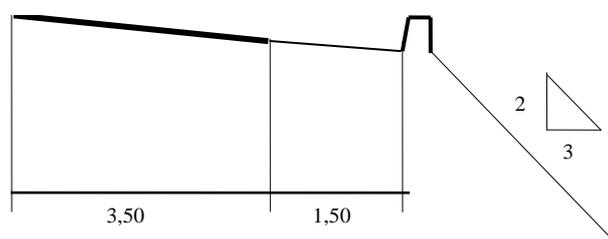
As sarjetas de pé de corte deverão apresentar extensões compatíveis com a capacidade máxima delas.

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.

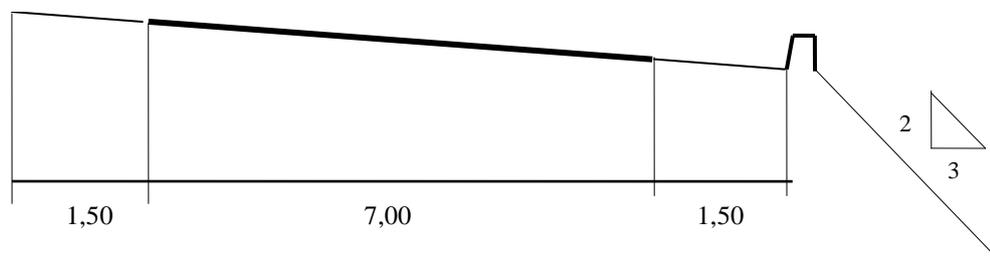
A seção de contribuição considerada para a banqueteta foi à seguinte:

SEÇÃO EM TANGENTE



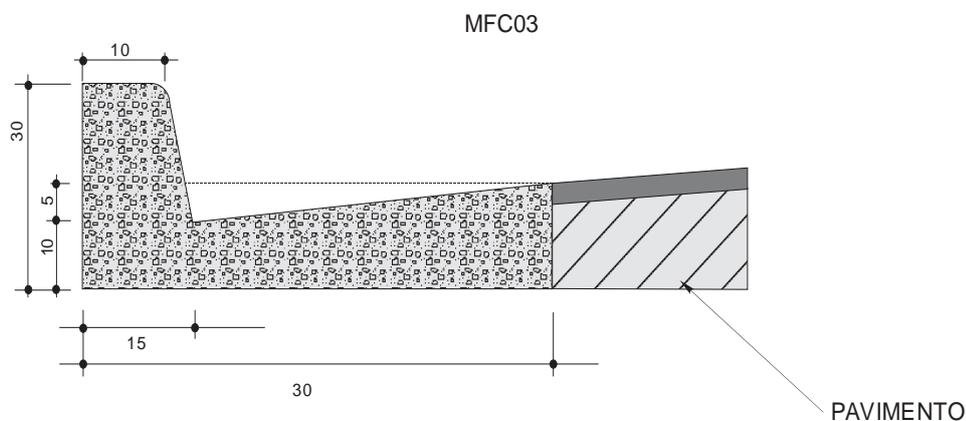
	Pista	Acost.
Largura -L(m)	3,50	1,50
Coef. escoam.(C)	0,85	0,80

SEÇÃO EM CURVA



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

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



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

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

- ✓ d = Distância entre descidas d'água, em m;
- ✓ A = Área molhada, em m²;
- ✓ R = Raio hidráulico, em m;
- ✓ i = Declividade longitudinal do greide, em m/m;
- ✓ n = Coeficiente de rugosidade, adimensional (n = 0,015);

- ✓ I = Intens. de chuva p/ tc = 5 minutos e TR =10 anos,(I = 152,34mm/h);
- ✓ L = Largura da plataforma que contribui para a banqueta (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 32 – Comprimento Crítico das banquetas

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

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

A seguir apresentam-se as memórias das banquetas tipo MFC-03, bem como dos dispositivos de entrada, descida, saída d'água e drenos longitudinais, além de seus detalhamentos.

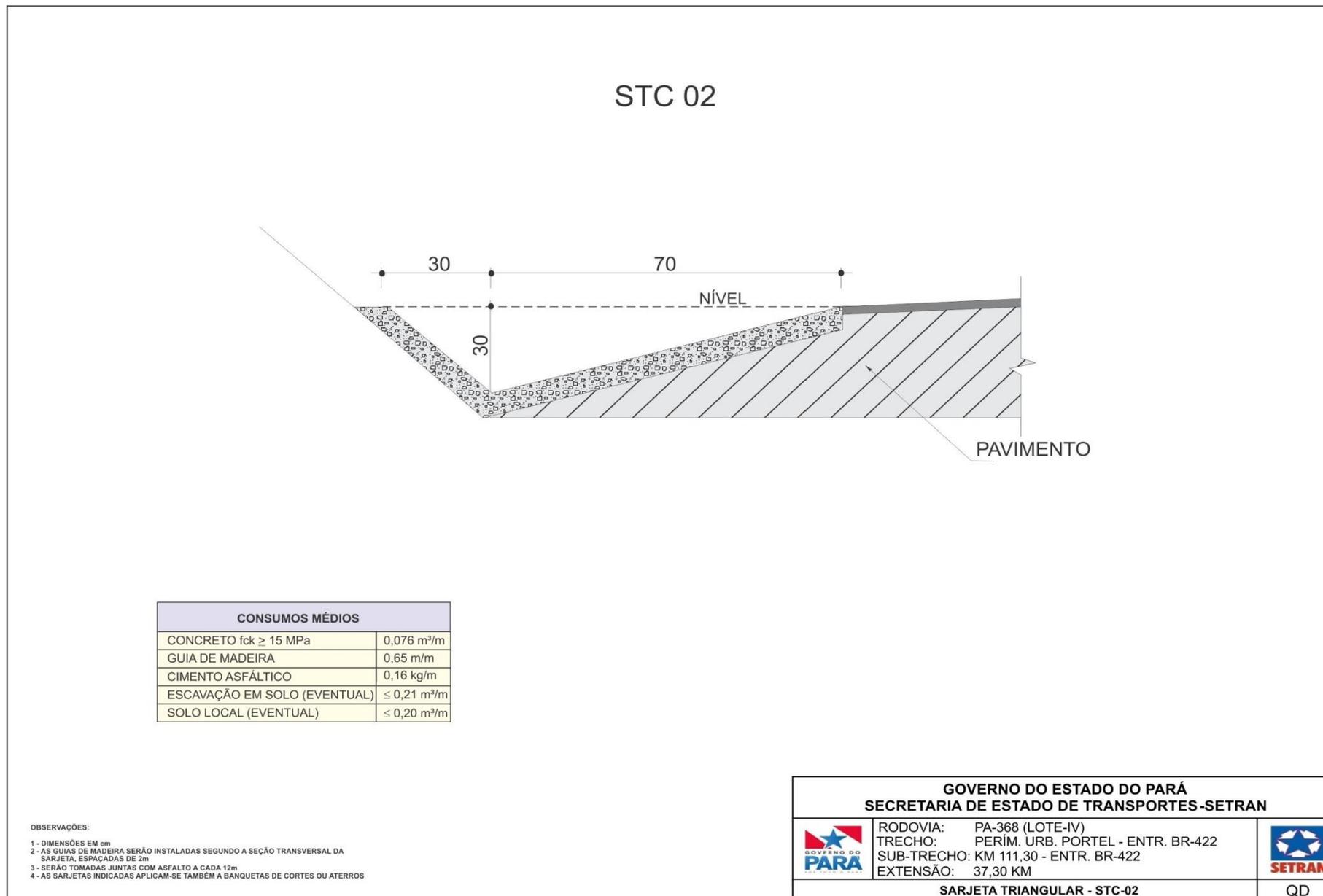
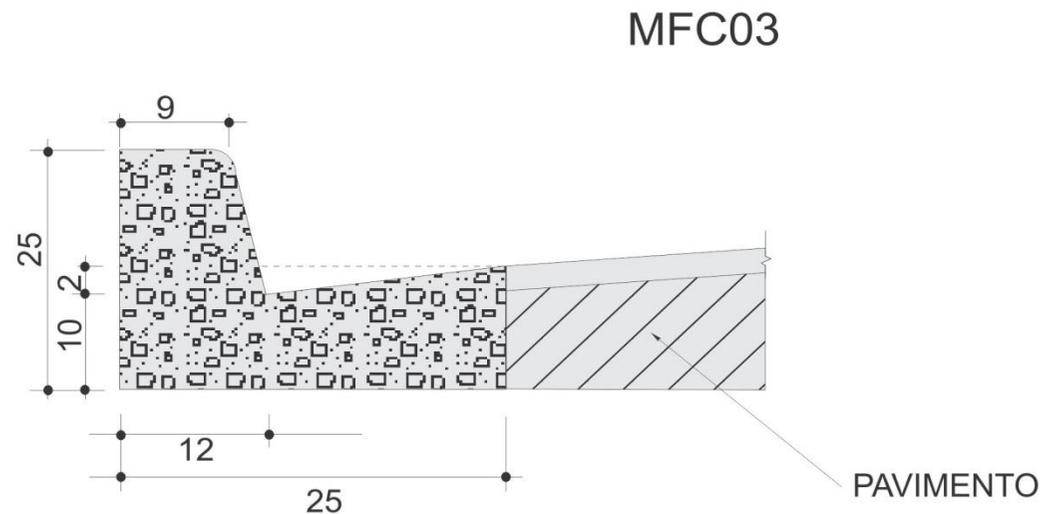


Figura 20 – Sarjeta Triangular de Concreto – STC-02

ASSINADO ELETRONICAMENTE PELO USUÁRIO: Francisco Leonardo Dias Tomaz (Lei. 11.419/2006)
 EM 18/08/2023 15:24 (Hora Local) - Aut. Assinatura: B7E375288BB78EC2.FA2EB304E2E3922C.F85381E04E968103.76966E1BE750CB1F



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

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN		
	RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV)	
	TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422	
	SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422	
	EXTENSÃO: 37,30 km	
MEIO - FIO DE CONCRETO (MFC-03)		QD

Figura 21 – Meio fio de concreto – MFC-03

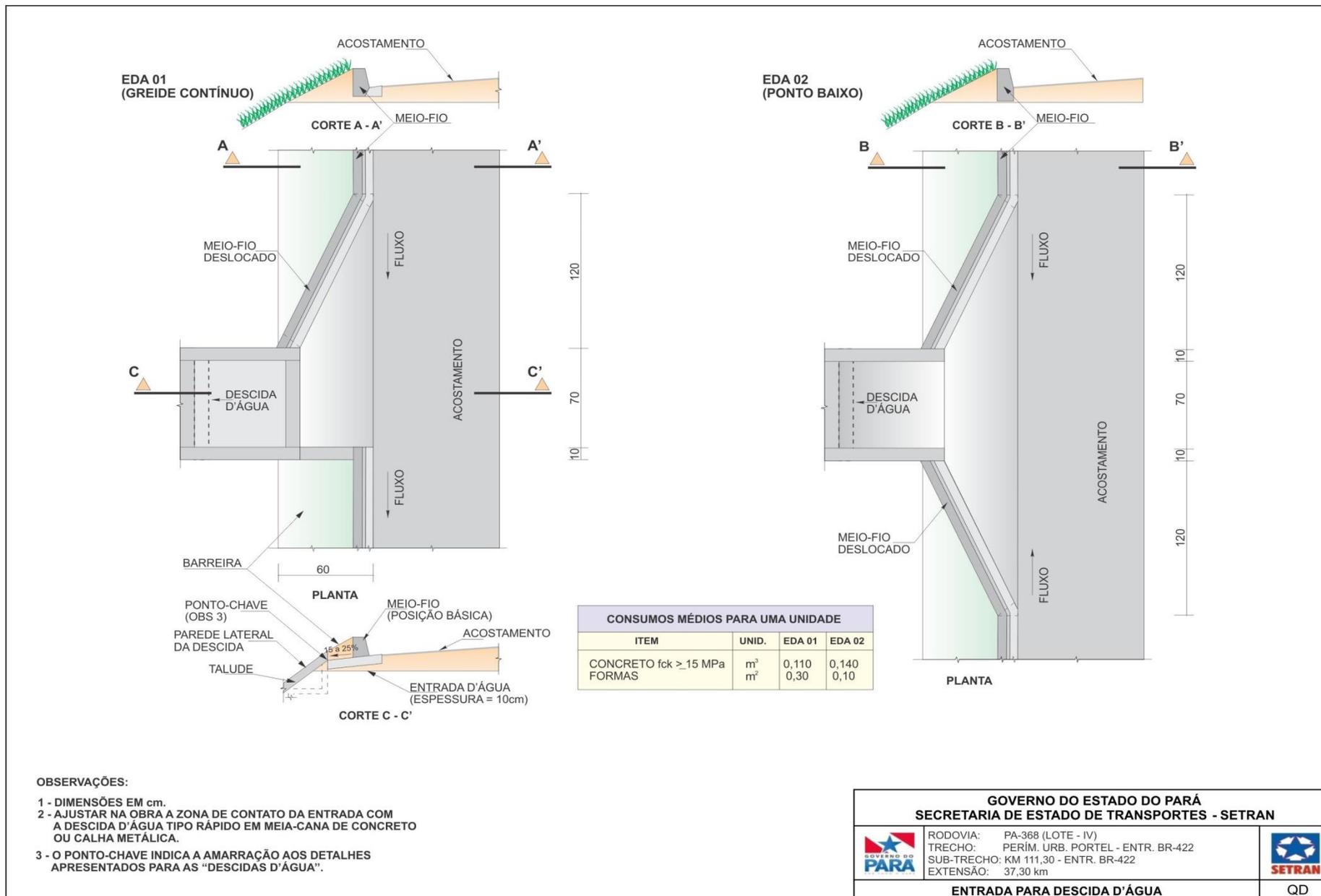


Figura 22 – Entrada para descida d'água

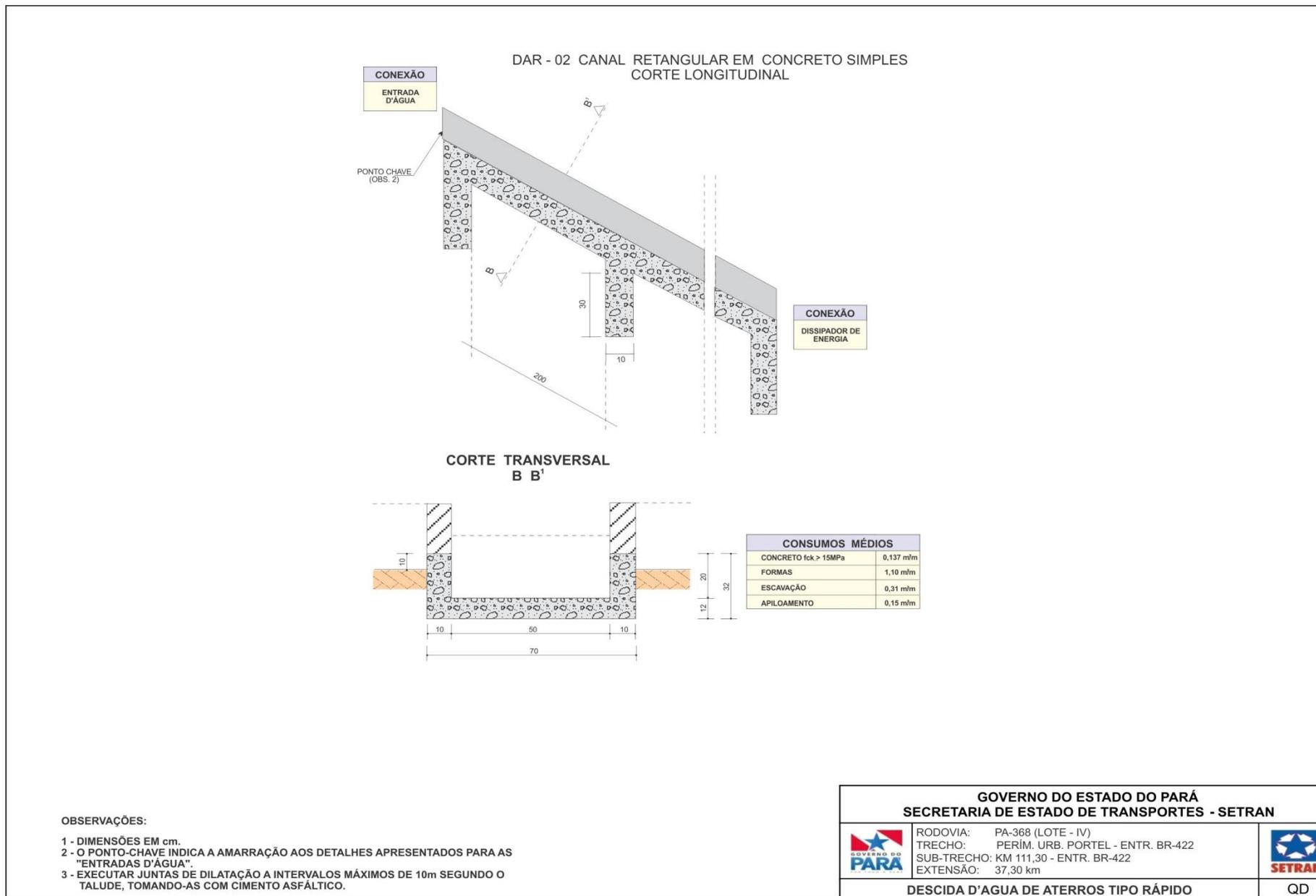


Figura 23 – Descida d’água de aterro tipo rápido

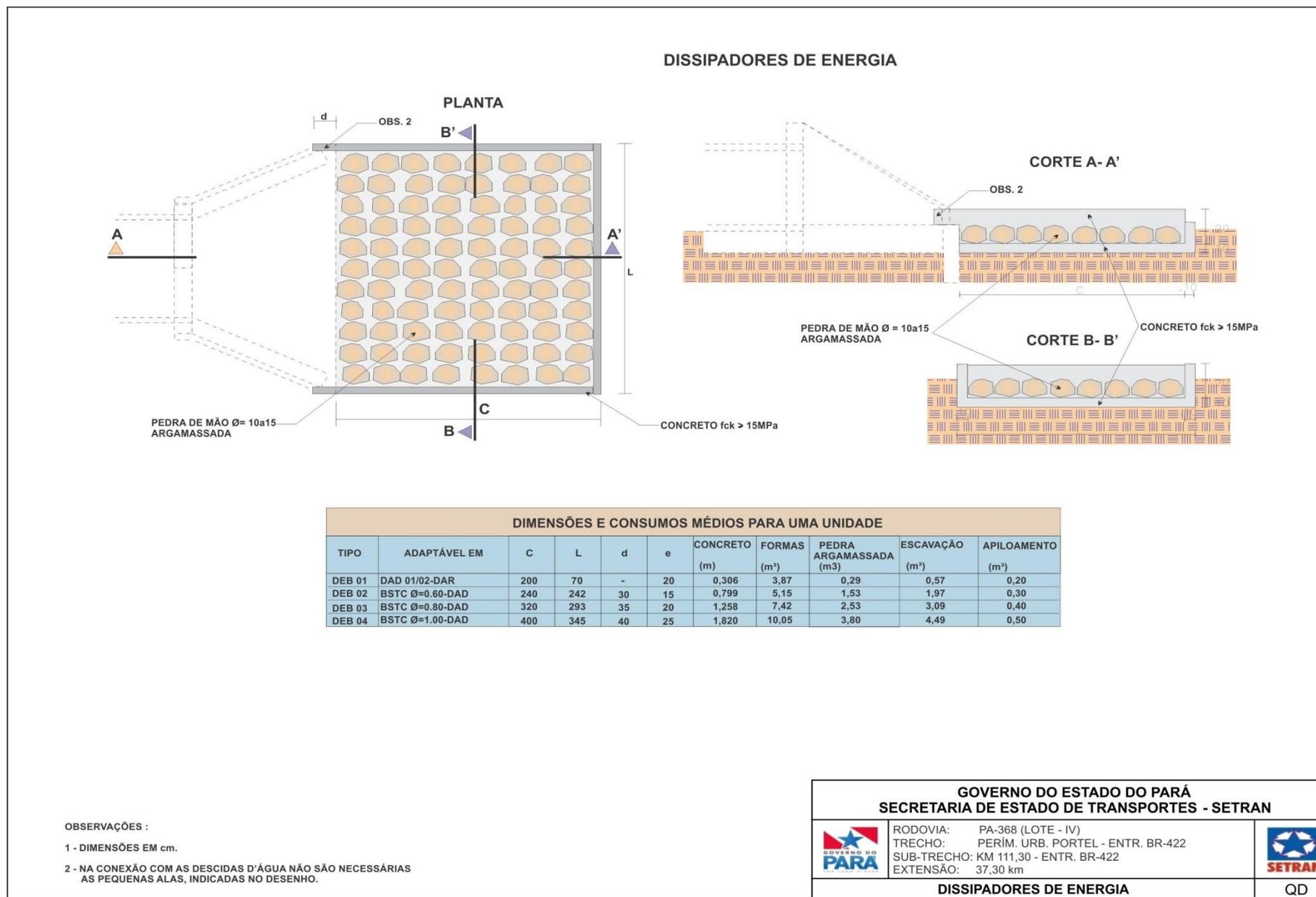
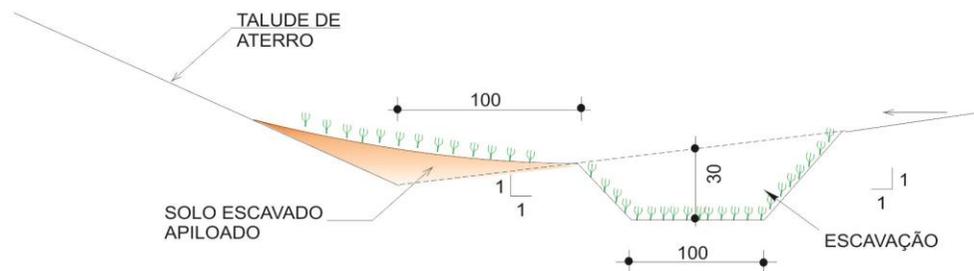


Figura 24 – Dissipadores de energia



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

1 - DIMENSÕES EM cm.

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

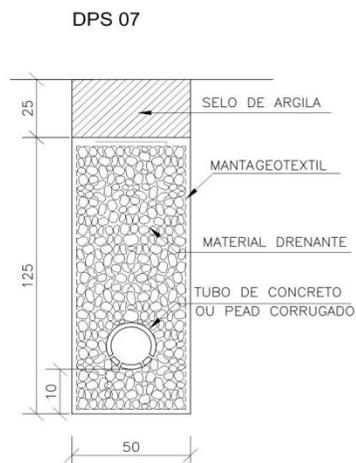
3 - NAS VALETAS DE CONCRETO SERÃO ASSENTADAS JUNTAS COM ARGAMASSA ASFÁLTICA A CADA 12 m.

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

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA- 368 (LOTE - IV)
	TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
	SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422
	EXTENSÃO: 37,30 km
VALETA DE PROTEÇÃO DE ATERRO - VPC 01	
	
QD	

Figura 25 – Valeta de proteção de corte

DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS PARA CORTES EM SOLO



DISCRIMINAÇÃO	UND	CONSUMOS MÉDIOS							
		DPS 01	DPS 02	DPS 03	DPS 04	DPS 05	DPS 06	DPS 07	DPS 08
ESCAVAÇÃO CLASSIFICADA	m ³ /m	0.75	0.75	0.90	0.90	0.75	0.75	0.75	0.75
MATERIAL FILTRANTE	m ³ /m	0.59	0.69	0.59	0.71	-	-	-	-
MATERIAL DRENANTE	m ³ /m	-	-	-	-	0.62	0.75	0.56	0.69
MATERIAL DE PROTEÇÃO	m ³ /m	-	-	0.13	0.13	-	-	-	-
SELO DE ARGILA	m ³ /m	0.10	-	0.12	-	0.13	-	0.13	-
TUBO DE PVC PERFORADO $\phi=15\text{cm}$	m / m	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-
TUBO DE CONCRETO OU PEAD CORRUGADO	m / m	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00
MANTA GEOTEXTIL	m ² /m	-	-	-	-	3.70	4.30	3.70	4.30
FORMA DE MADEIRA	m ² /m	-	-	0.88	0.88	-	-	-	-

NOTAS:

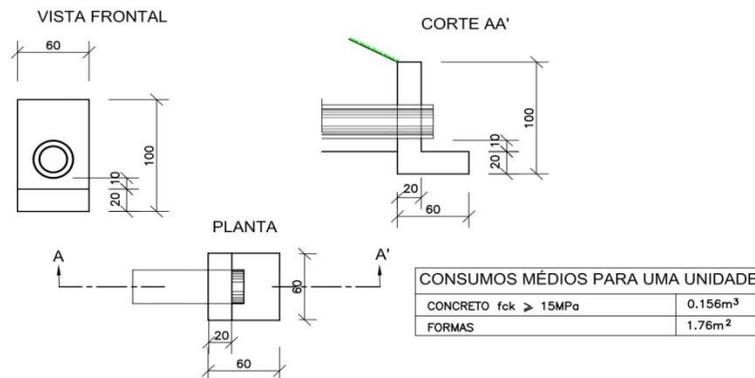
- Dimensões em cm;
- O projetista definirá a granulometria dos materiais granulares a utilizar e a posição do dreno em seção transversal;
- De acordo com a disponibilidade local o filtro pode ser de areia ou manta geotextil.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES-SETRAN	
	RODOVIA: PA-368 (LOTE-IV) TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 KM
	
DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS PARA CORTES EM SOLO (DPS 07)	QD

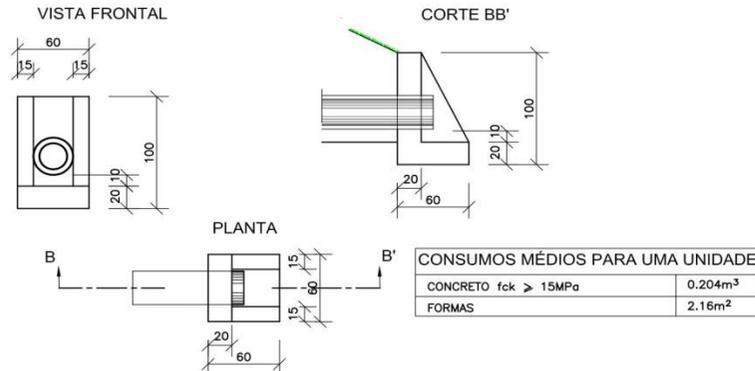
Figura 26 – Dreno Longitudinal

DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS-DETALHES COMPLEMENTARES

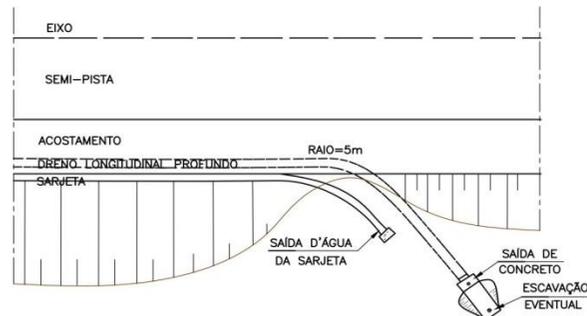
BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 01



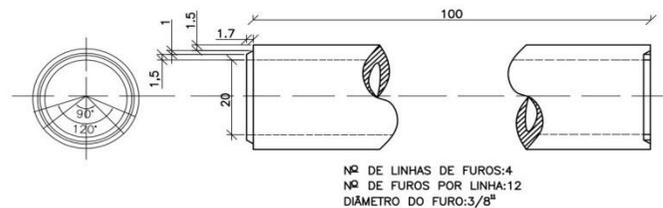
BOCAS DE SAÍDA EM CONCRETO BSD 02



DISPOSIÇÃO EM PLANTA DAS SAÍDAS DOS DRENOS PROFUNDOS



DETALHES DOS TUBOS DE CONCRETO PERFURADOS



DETALHES DE TUBO DRENO CORRUGADO PEAD



NOTAS:

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

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



RODOVIA: PA-368 (LOTE-IV)
 TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422
 EXTENSÃO: 37,30 KM



DRENOS LONGITUDINAIS PROFUNDOS - DETALHES COMPLEMENTARES

QD

Figura 27 – Dreno Longitudinal – Detalhamentos

4.3.5 OBRAS DE ARTE CORRENTES

No caso das obras de arte correntes, o cadastro realizado “in loco” verificou a inexistência de qualquer tipo de bueiros no segmento projetado.

Está sendo indicada a implantação de 30 (trinta) bueiros tipo BSTC, BDTC e BTTC com diâmetros de Ø0,80m, Ø1,00m e Ø1,20m com suas respectivas alas, os quais foram indicados através dos estudos hidrológicos, levantamento topográfico e em visitas realizadas em campo, sendo comprovada em escritório a necessidade destes novos elementos baseado nos estudos das bacias hidrográficas e das seções transversais com as plataformas de projeto.

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.

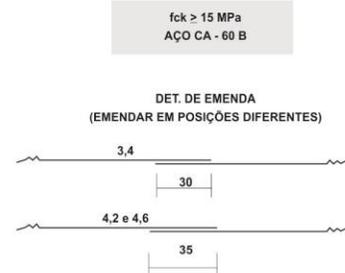
A verificação da capacidade dos bueiros tubulares foi realizada considerando-se que a obra deverá trabalhar como canal para o período de recorrência de 10 anos.

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 suas devidas escavações e reaterros, além da quantidades de corpo de bueiro com suas respectivas alas, bem como o detalhamento destes dispositivos.

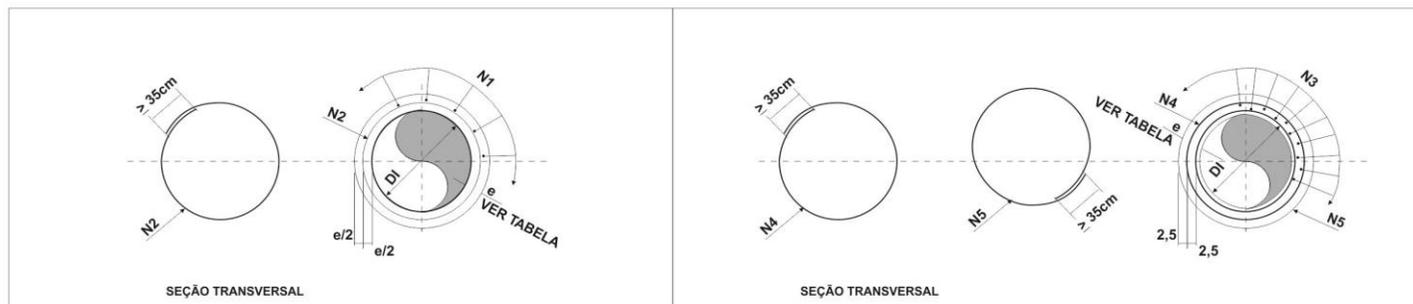
Quadro 35 – Cadastro de bueiros

Nº	ESTACA		BUEIROS EXISTENTES				BUEIROS A CONSTRUIR							
			TIPO	SEÇÃO OU Ø	COMP (m)	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	SOLUÇÃO ADOTADA	EXECUÇÃO DE BUEIROS						
	INTEIRA	FRAÇÃO						TIPO	SEÇÃO OU Ø	COMP. (m)	EXT. (und)	ESCAVAÇÃO		REATERRO
1	5581	+ 0,00				IMPLANTAR	BTTC	1,00	18,00	2	206,25		145,23	
2	5632	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	61,75		45,93	
3	5700	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	0,80	14,00	2	52,00		41,08	
4	5765	+ 10,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
5	5843	+ 0,00				IMPLANTAR	BDTC	1,00	16,00	2	98,00		61,84	
6	5911	+ 5,00				IMPLANTAR	BDTC	1,00	16,00	2	93,10		56,94	
7	5966	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
8	5984	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
9	6120	+ 0,00				IMPLANTAR	BDTC	1,00	16,00	2	98,00		61,84	
10	6208	+ 10,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
11	6274	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
12	6322	+ 0,00				IMPLANTAR	BTTC	1,00	16,00	2	192,50		138,26	
13	6389	+ 10,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
14	6465	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
15	6558	+ 0,00				IMPLANTAR	BDTC	1,00	15,00	2	94,50		60,60	
16	6632	+ 10,00				IMPLANTAR	BDTC	1,00	14,00	2	91,00		59,36	
17	6680	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
18	6750	+ 10,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
19	6832	+ 5,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
20	6912	+ 10,00				IMPLANTAR	BTTC	1,20	16,00	2	192,50		138,26	
21	7015	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
22	7054	+ 8,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	61,75		45,93	
23	7095	+ 5,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
24	7123	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	0,80	14,00	2	46,80		35,88	
25	7178	+ 4,00				IMPLANTAR	BSTC	0,80	14,00	2	52,00		41,08	
26	7215	+ 0,00				IMPLANTAR	BTTC	1,00	16,00	2	192,50		138,26	
27	7266	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	61,75		45,93	
28	7365	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
29	7390	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	65,00		49,18	
30	7420	+ 0,00				IMPLANTAR	BSTC	1,00	14,00	2	58,50		42,68	
								437,00	60	2.517,40		1.778,12		
RESUMO	CORPO DE BUEIROS		BOCA DE BUEIROS		ESCAV.	REATERRO	 GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km 							
	CORPO DE BSTC D=0,80		42,0	BOCA DE BSTC D=0,80	6	2.517,40							1.778,12	
	CORPO DE BSTC D=1,00		252,0	BOCA DE BSTC D=1,00	36									
	CORPO DE BDTC D=1,00		77,0	BOCA DE BDTC D=1,00	10									
	CORPO DE BTTC D=1,00		50,0	BOCA DE BTTC D=1,00	6									
CORPO DE BTTC D=1,20		16,0	BOCA DE BTTC D=1,20	2										
CADASTRO DE BUEIROS											QD			

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	6,0	10	10	260			4	6,0	10	10	260
80	10	1	3,4	15	18	Corr.	80	10	1	4,2	20	14	Corr.	80	10	3	4,2	20	28	Corr.	80	10	3	4,2	20	28	Corr.
		2	5,0	10	10	315			2	6,0	9	11	315			4	6,0	10	10	335			4	7,0	11	9	335
100	12	3	3,4	15	46	Corr.	100	12	3	4,2	20	35	Corr.	100	12	3	4,2	20	35	Corr.	100	12	3	4,6	20	35	Corr.
		4	4,6	10	10	405			4	6,0	12	8	405			4	6,0	9	11	405			4	7,0	9	11	405
120	13	3	3,4	15	56	Corr.	120	13	3	4,2	20	42	Corr.	120	13	3	4,6	20	42	Corr.	120	13	3	4,6	20	42	Corr.
		4	5,0	10	10	475			4	6,0	9	11	475			4	7,0	9	11	475			4	8,0	9	11	475
150	14	3	4,2	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.	150	14	3	4,6	20	51	Corr.
		4	6,0	10	10	580			4	7,0	9	11	580			4	8,0	8	12	580			4	8,0	6	16	580



CA-1 (ALTURA DE ATERRO) 1,0 à < 3,5m					CA-2 (ALTURA DE ATERRO) < 5,0m					CA-3 (ALTURA DE ATERRO) < 7,0m					CA-4 (ALTURA DE ATERRO) < 8,5m										
RESUMO DE AÇO																									
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)	PESO (kg)	
3,4	0,071	1	1	4	4	3,4	0,071	1	-	-	-	3,4	0,071	2	-	-	-	3,4	0,071	2	-	-	-	-	
4,2	0,109	-	-	-	6	4,2	0,109	-	2	4	5	4,2	0,109	-	3	4	-	4,2	0,109	-	3	-	-	-	
4,6	0,130	3	-	10	-	4,6	0,130	-	-	-	7	4,6	0,130	-	-	-	6	7	4,6	0,130	-	-	5	6	7
5,0	0,154	-	5	-	14	-	5,0	0,154	4	-	-	-	5,0	0,154	8	-	-	-	6,0	0,222	11	-	-	-	-
6,0	0,222	-	-	-	24	-	6,0	0,222	-	8	14	22	-	-	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								
TOTAIS		4	6	14	18	30	TOTAIS		5	10	18	27	44	TOTAIS	10	17	23	36	59	TOTAIS	13	20	31	45	76



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA-368 (LOTE-IV) TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km
SEÇÃO TRANSVERSAL DE BUEIRO	
	
QD	

Figura 28 – Seção transversal de bueiro

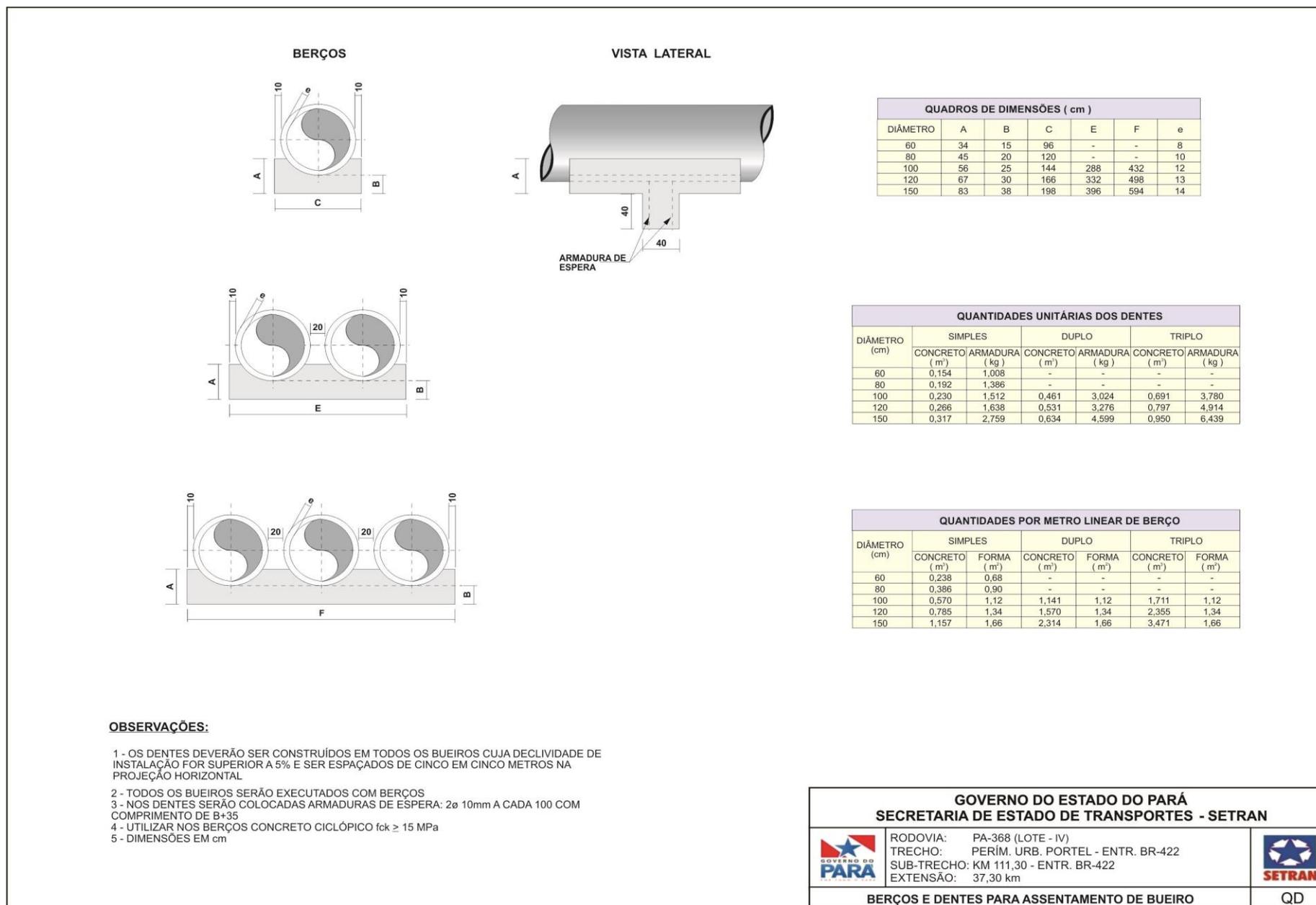
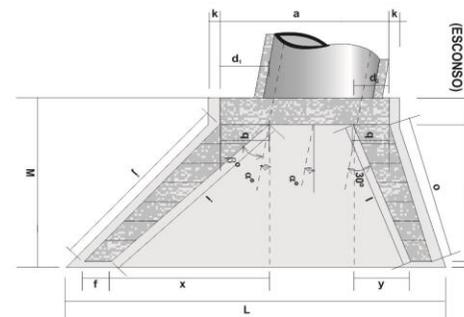
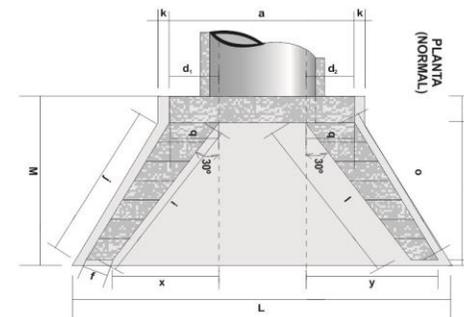
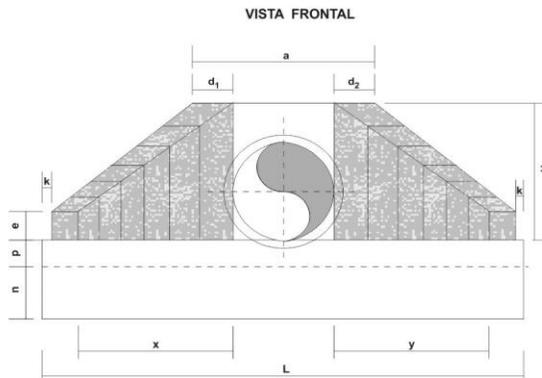
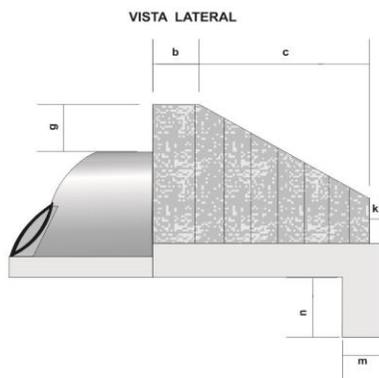


Figura 29 – Berços e dentes para assentamento de bueiros



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

OBSERVAÇÕES:

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

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
	RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km
	BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO - BSTC QD

Figura 30 – BSTC bocas normais e esconças

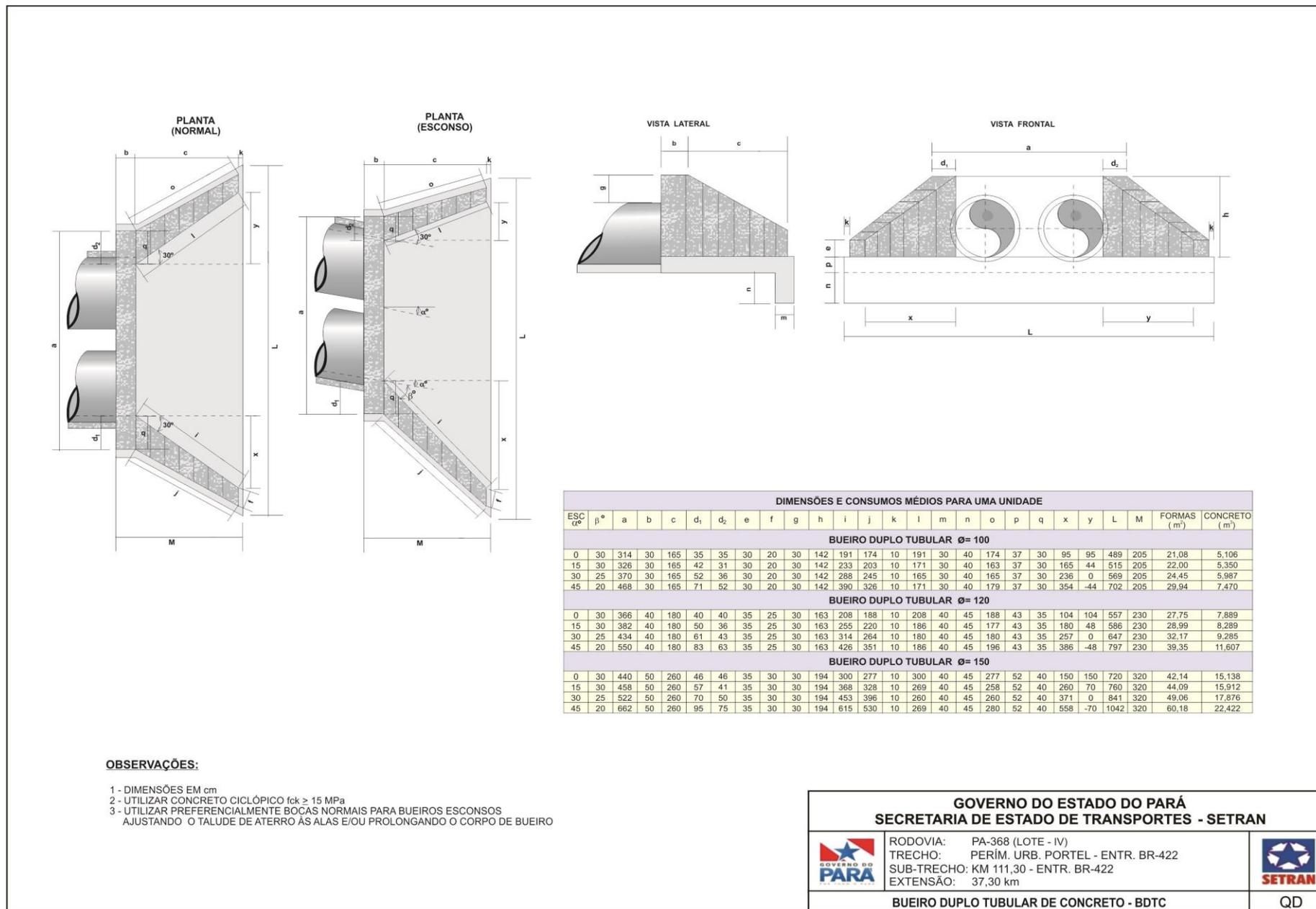


Figura 31 – BDC bocas normais e esconsas

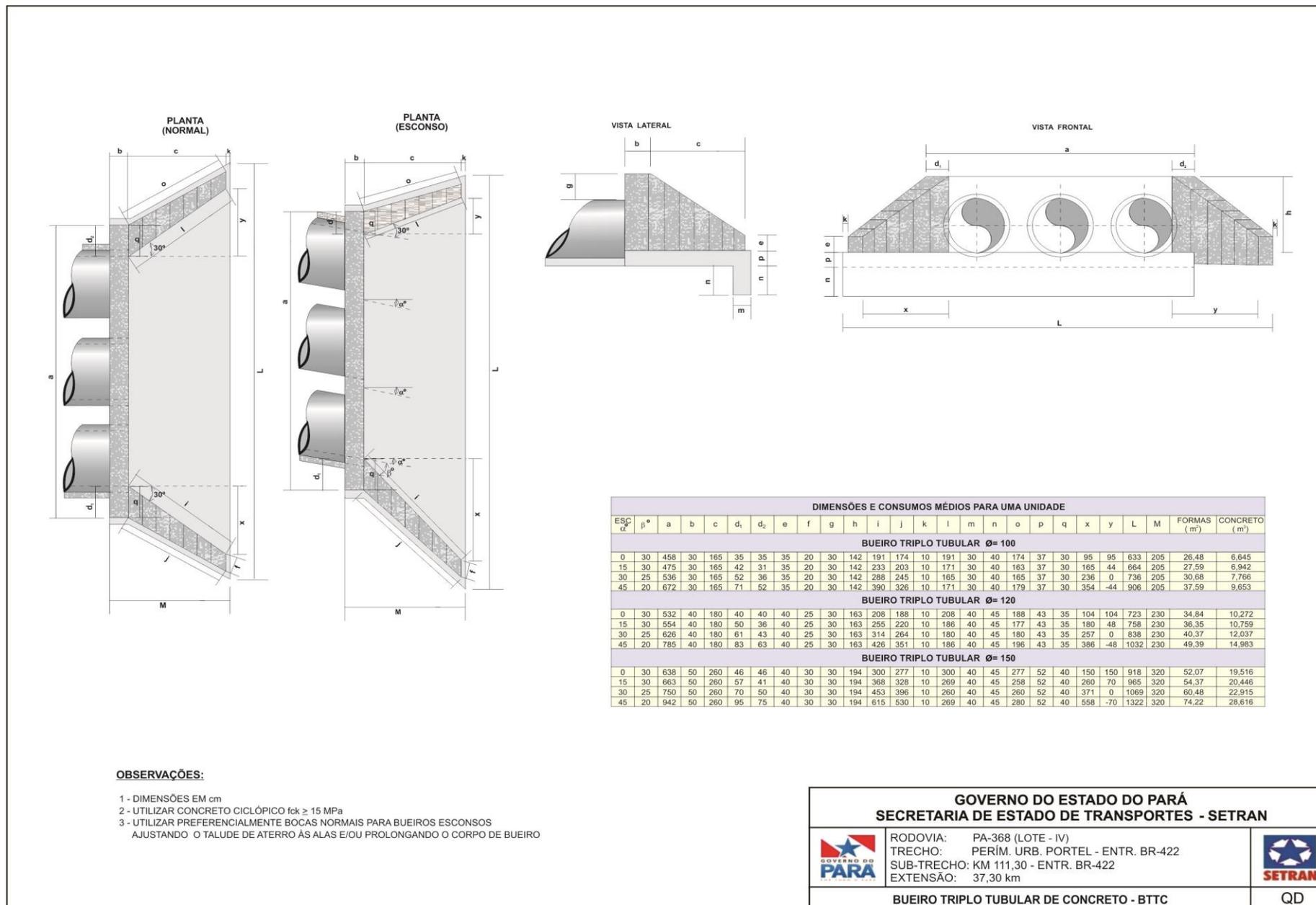


Figura 32 – BTTC bocas normais e esconsas

4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido visando à concepção e o dimensionamento das estruturas dos pavimentos novos a serem implantados, capazes de suportar a atuação das cargas do tráfego, através da indicação das espessuras das camadas constituintes e materiais a serem empregados.

O projeto foi desenvolvido a partir dos elementos levantados pelos Estudos Geotécnicos, contemplando basicamente as seguintes atividades:

- Caracterização geométrica e geotécnica através da realização de sondagens a pá e picareta/trado e ensaios rotineiros, de campo e em laboratório, com os materiais integrantes do subleito;
- Pesquisa, identificação e estudos de ocorrências de materiais (jazidas de materiais granulares) para emprego nos serviços de implantação do pavimento com revestimento em cbuq.

4.4.1 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS NOVOS

Este Capítulo aborda os estudos realizados para o desenvolvimento do Projeto de Pavimentação para a área de intervenção na rodovia PA-368, lote-IV, no sub-trecho que vai do Km 111,30 na estaca 5565+0,00 até o entroncamento desta PA-368 com a BR-422, contemplando uma extensão de 37,30km.

Serão executados serviços de pavimentação asfáltica em CBUQ em toda a plataforma de rolamento, pista simples e acostamentos nos dois sentidos de tráfego.

O objetivo do projeto de pavimentação é a de estudar e apresentar a melhor estrutura para o pavimento, analisando sob o ponto de vista técnico e econômico, de forma a aperfeiçoar a solução proposta no tocante aos aspectos técnicos com a maior economia possível.

De forma geral, a estrutura dimensionada deverá atender as seguintes características:

- ✓ Conforto ao usuário;
- ✓ Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- ✓ Resistir aos esforços horizontais;
- ✓ Ser impermeável, evitando a infiltração das águas superficiais;
- ✓ Melhorar a qualidade de vida da população e do sistema viário;

A estrutura das camadas de pavimentação será composta de Sub-Base sem mistura e Base com mistura de 70% de solo e 30% de areia com 20,0cm de espessura nas duas camadas, além de pavimentação asfáltica com 5,0 cm de espessura na pista de rolamento e 3,0 cm nos acostamentos.

Foram utilizados os métodos do DNIT e da Resiliência para Pavimentos Novos, constantes do Manual de Pavimentação do DNIT, edição de 2006, Publicação IPR-719.

Para o desenvolvimento do Projeto de Pavimentação, os seguintes tópicos serão abordados:

- ✓ Elementos básicos para o desenvolvimento;
- ✓ Dimensionamento do pavimento;
- ✓ Acostamentos;

4.4.2 ELEMENTOS BÁSICOS PARA O DIMENSIONAMENTO

- ✓ **Estudo de Tráfego:** Interessou particularmente o valor do número N para um período de 10 (dez) anos, calculado segundo a metodologia preconizada pelo USACE cujo valor resultante é de $N = 1,06 \times 10^5$;
- ✓ **Estudos Geotécnicos:** Foram utilizados os resultados dos ensaios do subleito e ocorrências de materiais de jazidas para as camadas de pavimentação;
- ✓ **Projeto Geométrico:** Foi definido o traçado das pistas, indicando os locais onde serão construídas as novas estruturas do pavimento;
- ✓ **Projeto de Terraplenagem:** Resultaram as soluções adotadas na distribuição dos materiais de corte e aterro que irão compor o futuro subleito da rodovia.

4.4.3 DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO

O método tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, da autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R. G. Alvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos EE.UU. e conclusões obtidas na pista experimental da AASHTO.

Relativamente aos materiais integrantes do pavimento, são adotados coeficientes de equivalência estrutural tomando por base os resultados obtidos na Pista Experimental da AASHTO, com modificações julgadas oportunas.

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR, adotando-se o método de ensaio preconizado pelo DNIT, em corpos de prova indeformados ou moldados em laboratório para as conclusões de massa específica aparente e umidade especificada para o serviço.

O método determina algumas restrições para utilização dos materiais componentes do subleito e das camadas do pavimento, a saber:

- ✓ Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um CBR \geq 8%;
- ✓ Para os materiais constituintes da sub-base, as exigências são:
 - ❖ CBR \geq 20%
 - ❖ I.G. = 0
 - ❖ Expansão \leq 1% (medida com sobrecarga de 10 lbs).
- ✓ Os materiais da base devem apresentar:
 - ❖ CBR \geq 60% ($N \leq 5 \times 10^6$);
 - ❖ Expansão \leq 0,5% (medida com sobrecarga de 10 lbs);
 - ❖ Limite de liquidez \leq 25%;
 - ❖ Índice de plasticidade \leq 6%;
 - ❖ Enquadramento nas faixas granulométricas A, B, C, D, E OU F mostradas no Manual de Pavimentação, (IPR-719).

Algumas particularidades são permitidas para os materiais constituintes da base, a saber:

- ✓ Caso o limite de liquidez seja superior a 25% e/ou índice de plasticidade 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 de repetições do eixo padrão durante o período de projeto inferior a 5×10^6 , podem ser empregados materiais com CBR \geq 60% e que se enquadrem nas faixas granulométricas E e F, mostradas no citado Manual.

Outras exigências são feitas para os materiais de base, quais sejam:

- ✓ A fração que passa na peneira nº 200 deve ser inferior a 2/3 da fração que passa na peneira nº 40.
- ✓ A fração gráuda deve apresentar um desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50. O método abre exceção para uso de material que apresente um desgaste maior, porém, com comprovada experiência no seu uso.

A estrutura constituída por esses materiais deverá ser dimensionada para proteção de subleito de ações de uma carga representada pelo número de repetições de um eixo padrão de 8,2 t (18.000 lbs).

A determinação desta carga utiliza os seguintes parâmetros:

- ✓ Número N - Número de repetições da carga de um eixo padrão de 8,2t (18.000 lbs) na faixa de projeto;
- ✓ P - Período de projeto, em anos;
- ✓ Vm - Volume médio diário de tráfego durante o período P de projeto, na faixa de tráfego de projeto;
- ✓ FE - Fator de eixos que reflete o número médio de eixos da frota de tráfego, ou seja, é um fator que multiplicado pelo número de veículos dá o número de eixos correspondentes;
- ✓ F.C. - Fator de equivalência de carga, ou seja, é um fator que transforma a carga de um determinado eixo no equivalente de carga do eixo padrão de 8,2 t. Os fatores de conversão utilizados pelo método baseiam-se nas equivalências da USACE;
- ✓ FV = (FE x FC) - Fator de veículos que é a resultante da multiplicação do número de eixos pela equivalência de carga desses eixos em relação ao eixo padrão, ou seja, é um número que, multiplicado pelo número de veículos que operam, dá diretamente o número equivalente ao eixo padrão;
- ✓ FR - Fator Climático Regional - Para levar em conta as variações de umidade dos materiais do pavimento durante as diversas estações do ano (e que traduz em variações de capacidade de suporte dos materiais) o número equivalente de operações do eixo padrão ou parâmetro de tráfego, N, deve ser multiplicado por um coeficiente (F.R.) que, na pista experimental da AASHTO variou de 0,2 a 5,0. Porém, no Brasil, em função das pesquisas desenvolvidas pelo IPR/DNIT, tem-se adotado um FR = 1,0.

O número N, então, é dado pela expressão:

$$N = 365 \times Vm \times P \times FV \times FR$$

O método também introduz o conceito do Coeficiente de Equivalência Estrutural, que representa em termos estruturais, as diferenças equivalentes entre

diferentes tipos de materiais usualmente utilizados para pavimentação e uma base granular conforme a tabela abaixo.

Quadro 36 – Componentes do pavimento.

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE
▪ Base ou Revestimento de Concreto Betuminoso	2,00
▪ Base ou Revestimento Pré-Misturado a quente de Graduação Densa	1,70
▪ Base ou Revestimento Pré-Misturado a frio de Graduação Densa	1,40
▪ Base ou Revestimento Betuminoso por Penetração	1,20
▪ Camadas Granulares	1,00
Solo-Cimento com Resistência a Compressão aos 7 dias superior a:	
▪ 45 Kg/cm ²	1,70
▪ 28 Kg/cm ²	1,40
▪ 21 Kg/cm ²	1,20

Após a introdução desses parâmetros e conceitos, o método demonstra a sequência de dimensionamento das diversas camadas componentes do pavimento, a saber:

4.4.4 ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO

Quadro 37 – Espessura mínima de revestimento.

ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO	N
– Tratamentos Superficiais Betuminosos	$N \leq 10^6$
– Revestimento Betuminoso com 5,0 cm de espessura	$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$
– Concreto Betuminoso com 7,5 cm de espessura	$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$
– Concreto Betuminoso com 10,0 cm de espessura	$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$
– Concreto Betuminoso com 12,5 cm de espessura	$N > 5 \times 10^7$

4.4.5 DEMAIS CAMADAS DO PAVIMENTO

O método baseou-se no gráfico constante da página 149 do Manual de Pavimentação – 2006, em que se obtêm as espessuras em função do número N e do CBR.

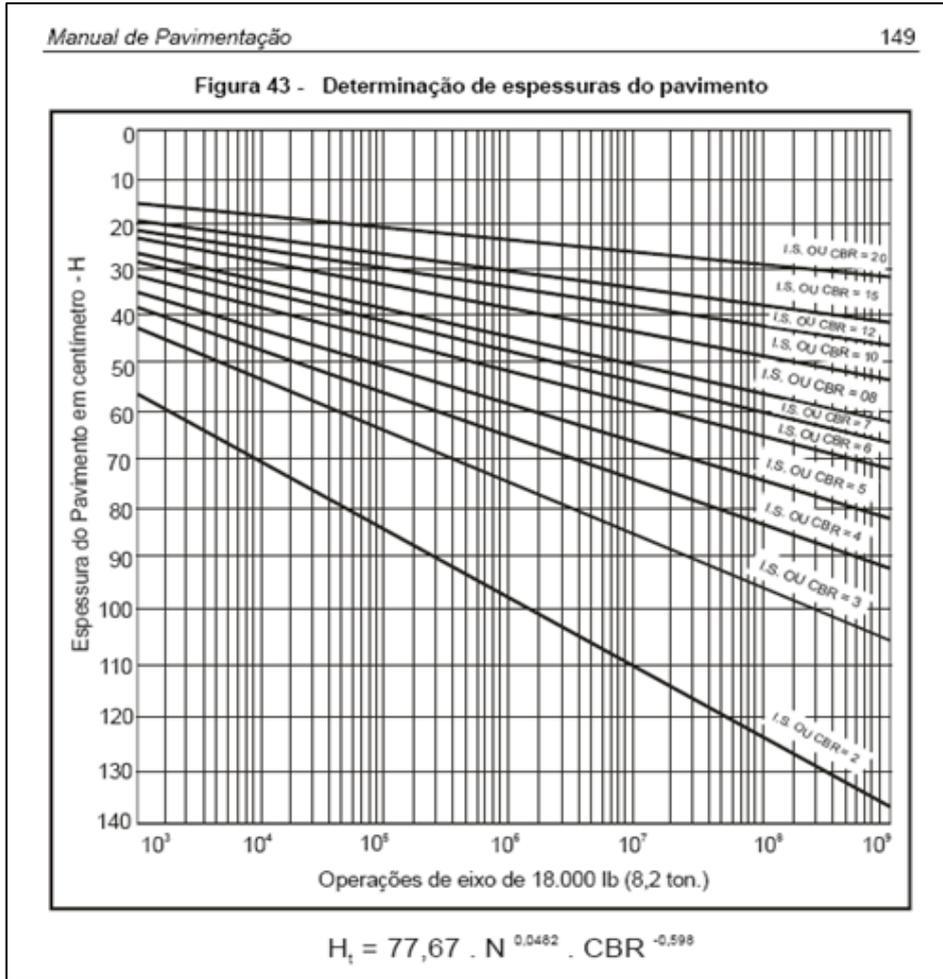


Figura 33 – Ábaco determinação de espessuras do pavimento

Inicialmente, determina-se a espessura do revestimento conforme tabela mostrada anteriormente. Com a utilização do gráfico obtém-se a espessura necessária em termos de base granular para proteção de sub-base. Para tanto, estipula-se que o CBR da sub-base seja de 20%, mesmo que esse valor ultrapasse esse número.

Teríamos, então:

Espessura do revestimento (R) x coeficiente estrutural do revestimento (KR) + espessura em termos granulares da base (B) x coeficiente estrutural da base (KB) ≥ Espessura encontrada no gráfico para um CBR de 20% e o número N de projeto (H20), ou seja:

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

Com a resolução dessa inequação, obtém-se o valor mínimo da espessura da base, uma vez que os demais parâmetros são conhecidos.

Para a obtenção da espessura mínima da sub-base, verifica-se no gráfico qual a espessura necessária para proteger o subleito, que apresenta um valor n de CBR (H_n), desde que seja superior a 2% e resolve-se a inequação:

$$R KR + B KB + SBKSB > H_n$$

Pode-se optar, também, por introduzir uma camada de reforço do subleito; desta forma, a espessura mínima da sub-base seria determinada pelo CBR do reforço do subleito e a espessura mínima dessa camada seria determinada em função da espessura mínima necessária para proteger um subleito que apresenta um valor de CBR, n através da expressão:

$$R KR + B KB + SBKSB + RS KR_s \geq H_n$$

Para as camadas de Sub-Base e Base estão sendo considerado apenas material laterítico de Jazidas identificadas na região que possam atender com qualidade e quantidade os volumes necessários.

O cálculo do número “N” segundo a metodologia USACE é de $1,05 \times 10^5$, através dos estudos de tráfego consideraram como dimensionamento das camadas de pavimentação 20,0 cm para a camada de Base, 20 cm para a camada de Sub-Base e tratamento superficial betuminoso conforme o quadro 37 de espessuras mínimas de revestimento em função do número “N”.

Porém, como a rodovia é o único acesso via terrestre para o município de Portel, interligando seu núcleo urbano a diversas comunidades adjacentes e após a conclusão dos serviços aumentará consideravelmente seu fluxo de veículos e a área do empreendimento estar situada em uma região de ilhas, sofrendo a influência das bacias hidrográficas e possuir elevados índices pluviométricos e conforme entendimento desta SETRAN – Secretaria de Estado de Transportes do Estado do Pará foi considerada pavimentação asfáltica em **concreto betuminoso com espessura de 5,0cm para a pista principal e 3,0cm para os acostamentos** devido este material apresentar maior durabilidade e resistência que o tratamento superficial.

4.4.6 ACOSTAMENTOS

Conforme o Manual de Pavimentação, não se pode dispor de dados seguros para o dimensionamento dos acostamentos, sendo que sua espessura está condicionada a da pista de rolamento, podendo ser feita reduções de espessura, praticamente apenas na camada de revestimento. A solicitação de cargas é diferente e pode haver 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 acostamento 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 ou espessuras diferentes, como é o caso desta rodovia.

Quando a camada de base é de custo elevado, pode-se dar uma solução de menor custo para os acostamentos.

Algumas sugestões têm sido apontadas para a solução do problema elencado, como:

- ✓ Adoção, nos acostamentos, na parte correspondente à camada de base, de materiais próprios para sub-base granular de excepcional qualidade, incluindo solos modificados por cimento, cal, etc.
- ✓ Consideração, para efeito de escolha de revestimento, de um tráfego nos acostamentos da ordem de até 1% do tráfego na pista de rolamento.

A seguir apresentam-se o dimensionamento do pavimento, as seções-tipo de pavimentação além dos quadros com dimensionamento das camadas constituintes do pavimento.

4.4.7 RESUMO DO DIMENSIONAMENTO

Quadro 38 – Resumo do Dimensionamento - Pista de rolamento

PISTA PRINCIPAL - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT

EMPREENDIMENTO:	TRECHO:
RODOVIA PA-368	PERÍMETRO URBANO DE PORTEL - ENTR. BR-422
SUBTRECHO:	EXTENSÃO:
KM 111,30 - ENTR. BR-422	37,30 KM

Dados do Projeto		Coeficientes Estruturais		
Número "N" (2022 a 2031)	1,06E+05	Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)	K_n	Valor
CBR do Subleito (%)	8,00	Base ou revestimento por penetração	KRT	1,2
Espessura do Revestimento (cm)	TSD	Base ou revestimento em PMF	KRF	1,4
CBR da Base (%)	60,00	Base ou revestimento em PMQ	KRQ	1,7
CBR da Sub-base (%)	20,00	Base ou revestimento em CBUQ	KR	2,0
Camada Final de Aterro / Subleito (%)	8,00			

1. Espessuras em termos de base granular	
H _m	39,00
H ₂₀	23,00
H _n	39,00

2. Cálculo das Espessuras das Camadas

Uma vez determinadas as espessuras H_m, H₂₀ e H_n, e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h₂₀) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

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

Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)		
	K _n	Valor
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	
Número "N"	Solução
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 _{REVESTIMENTO}	CBUQ	cm
Valor Adotado :		5,00	cm
a) Espessura da Camada de BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{BASE}	17,00	cm
Valor Adotado :		20,00	cm
b) Espessura da Camada de SUB-BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{SUB-BASE}	18,00	cm
Valor Adotado:		20,00	cm
c) Espessura da Camada de REFORÇO			
Camadas granulares - SGR	H _{REFORÇO}	-	cm
Valor Adotado:		0,00	cm

3. Diagrama da Estrutura do Pavimento

CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	5,00	cm
BASE	H _{BASE}	20,00	cm
SUB-BASE	H _{SUB-BASE}	20,00	cm
REFORÇO	H _{SELO}	-	cm

Observação

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006), recomenda uma espessura construtiva mínima de 15,0 cm para as camadas de base e sub-base.

Quadro 39 – Resumo do Dimensionamento - Acostamento

ACOSTAMENTO - DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO - MÉTODO DNER/DNIT

EMPREENDIMENTO: RODOVIA PA-368	TRECHO: PERÍMETRO URBANO DE PORTEL - ENTR. BR-422
SUBTRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422	EXTENSÃO: 37,30 KM

Dados do Projeto		Coeficientes Estruturais			
Número "N" (2022 a 2031)	7,44E+04	Camadas do Pavimento (Base ou revestimento)		K_n	Valor
CBR do Subleito (%)	8,00	Base ou revestimento por penetração		KRT	1,2
Espessura do Revestimento (cm)	TSD	Base ou revestimento em PMF		KRF	1,4
CBR da Base (%)	60,00	Base ou revestimento em PMQ		KRQ	1,7
CBR da Sub-base (%)	20,00	Base ou revestimento em CBUQ		KR	2,0
Camada Final de Aterro / Subleito (%)	8,00				

1. Espessuras em termos de base granular		Coeficientes Estruturais (Sub-base ou Base)			
H _m	38,00	Camadas granulares - BGR		K _n	Valor
H ₂₀	22,00	Camadas granulares - SOLBR		KB	1,0
H _n	38,00	Camadas granulares - SGR		KB	1,0
		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,10 e 2,80 MPa		KS	1,0
		Bases de solo cimento - SC		KB	1,2
		Solo Cimento - Rc (7 dias) entre 2,80 e 4,50MPa		KB	1,2
		Solo Cimento - Rc (7 dias) > 4,50MPa (BSC1)		KB	1,4
				KB	1,7

2. Cálculo das Espessuras das Camadas

Uma vez determinadas as espessuras H_m, H₂₀ e H_n, e a espessura do revestimento (R), as espessuras da base (B), sub-base (h₂₀) e reforço (hrf) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

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

Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso	
Número "N"	Solução
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 _{REVESTIMENTO}	CBUQ	cm
Valor Adotado :		3,00	cm
a) Espessura da Camada de BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{BASE}	17,00	cm
Valor Adotado :		20,00	cm
b) Espessura da Camada de SUB-BASE			
Camadas granulares - SGR	H _{SUB-BASE}	18,00	cm
Valor Adotado:		20,00	cm
c) Espessura da Camada de REFORÇO			
Camadas granulares - SGR	H _{REFORÇO}	-	cm
Valor Adotado:		0,00	cm

3. Diagrama da Estrutura do Pavimento

CBUQ	H _{REVESTIMENTO}	3,00	cm
BASE	H _{BASE}	20,00	cm
SUB-BASE	H _{SUB-BASE}	20,00	cm
REFORÇO	H _{SELO}	-	cm

Observação

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006), recomenda uma espessura construtiva mínima de 15,0 cm para as camadas de base e sub-base.

4.4.8 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

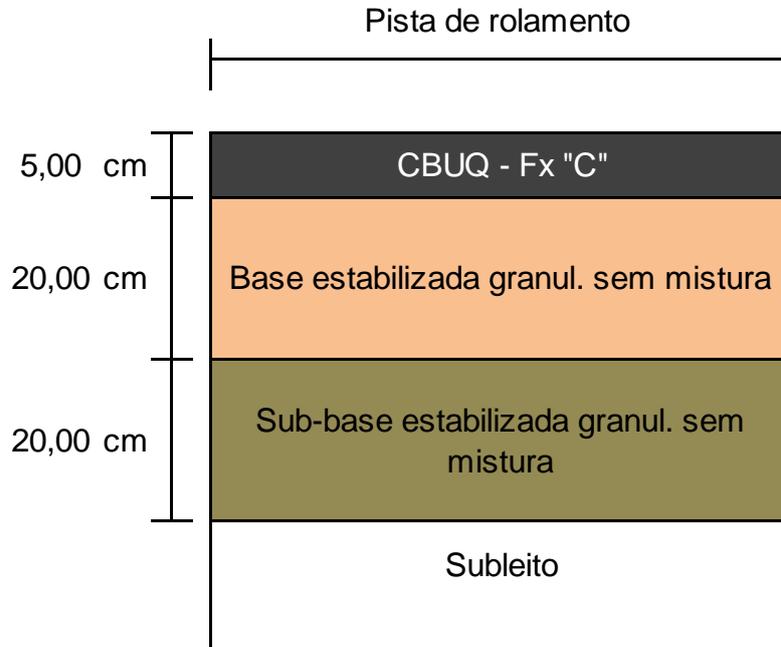


Figura 34 – Linear da Pista de rolamento

➤ Acostamento

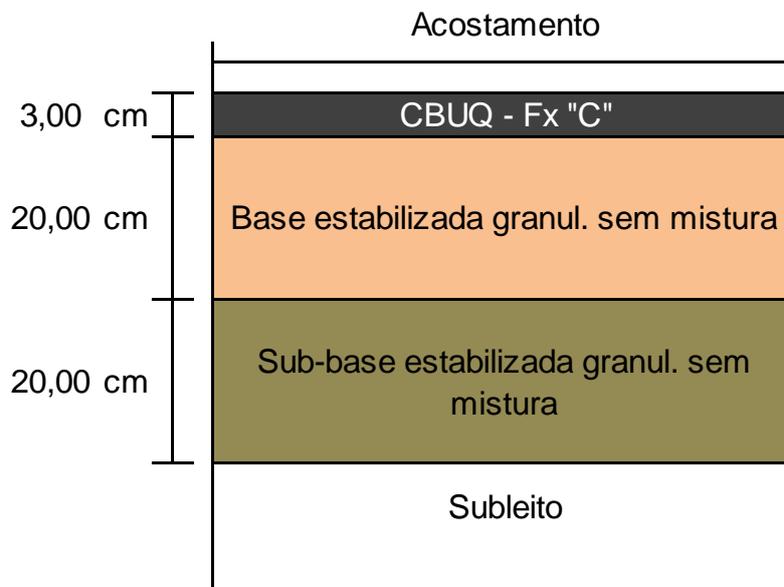


Figura 35 – Linear de Acostamento

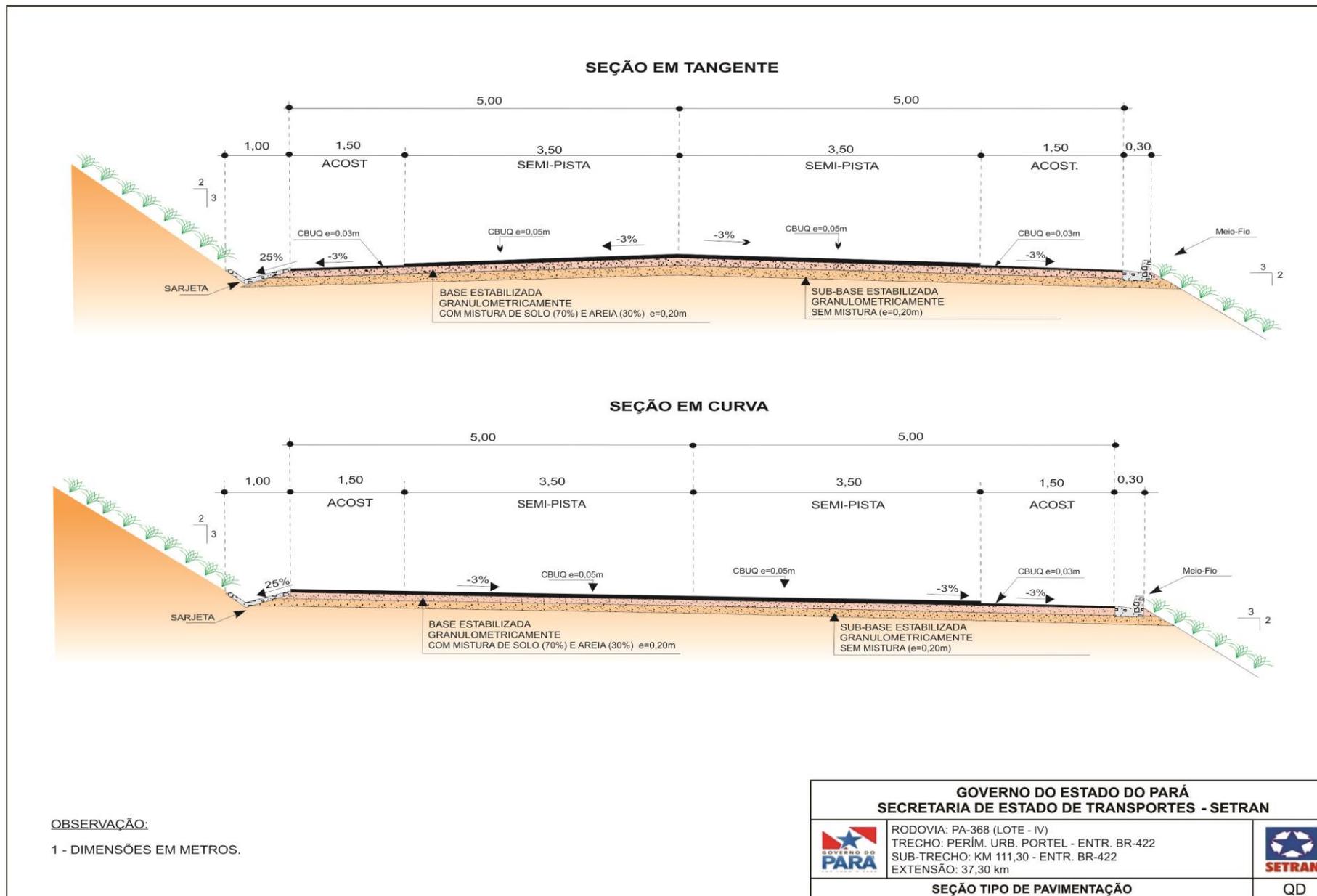


Figura 36 – Seção tipo de Pavimentação

Quadro 44 – Pintura de Ligação

SEGMENTO		PINTURA DE LIGAÇÃO					TRANSPORTES								MATERIAL BETUMINOSO				
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ÁREA (m ²)	UND	QUANT.	MAT.	ORIGEM			DESTI.	DMT (Km)	TAXA DE APLIC. (%)	UND	QUANT.	TAXA DE APLIC. (%)	UND	QUANT.	
								OCORR.	ESTACA	D. EIXO									
PISTA DE ROLAMENTO																			
5565 + 0,0	7430 + 0,0	37.300,00	7,00	261.100,00	m ²	261.100,00	RR-2C	Usina	7.400 + 0,0	0,20	pista	18,3	0,5 l/m ²	txKm	330,05	0,50	t/m ²	159,60	
ACOSTAMENTO																			
5565 + 0,00	6835 + 0,00	25.400,00	3,00	76.200,00	m ²	76.200,00	RR-2C	Usina	7.400 + 0,0	0,20	pista	24,2	0,5 l/m ²	txKm	330,05	0,50	t/m ²	159,60	
6835 + 12,00	7430 + 0,00	11.888,00	3,00	35.664,00	m ²	35.664,00	RR-2C	Usina	7.400 + 0,0	0,20	pista	5,6	0,5 l/m ²	txKm	330,05	0,50	t/m ²	159,60	
				TOTAL		372.964,00 m²													
											<p align="center">GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p>  <p>RODOVIA: PA-368 (LOTE-III) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 74,00 - KM 111,30 EXTENSÃO: 37,30 km</p> 								
											<p align="center">DEMONSTRATIVO DE PAVIMENTAÇÃO</p>								<p>QD</p>

Quadro 45 – CBUQ

SEGMENTO		CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE							TRANSPORTES							MATERIAL BETUMINOSO				
ESTACA	ESTACA	EXTENSÃO (m)	LARGURA (m)	ESP. (m)	VOLUME (m³)	DENSIDADE (t/m³)	UND	QUANT.	MATERIAL	ORIGEM			DESTINO	DMT (Km)	UND	QUANT.	TIPO	TAXA DE APLIC.	UND	QUANT.
										OCORR.	ESTACA	D. EIXO								
PISTA DE ROLAMENTO																				
5565 + 0,0	7430 + 0,0	37.300,00	7,00	0,05	13.055,00	2,40	t	31.332,00	CBUQ	Usina	7400 + 0	0,20	pista	18,26	txKm	572.111,4	CAP-20	6,0	t	1.879,92
ACOSTAMENTO																				
5565 + 0,00	6835 + 0,00	25.400,00	3,00	0,03	2.286,00	2,40	t	5.486,40	CBUQ	Usina	7.400 + 0	0,20	pista	24,20	txKm	132.770,9	CAP-20	6,0	t	329,18
6835 + 12,00	7430 + 0,00	11.888,00	3,00	0,03	1.069,92	2,40	t	2.567,81	CBUQ	Usina	7.400 + 0	0,20	pista	5,57	txKm	14.313,7	CAP-20	6,0	t	154,07
								TOTAL	39.386,21 t											
<p style="text-align: center;">GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p>RODOVIA: PA-368 (LOTE-III) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 74,00 - KM 111,30 EXTENSÃO: 37,30 km</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">DEMONSTRATIVO DE PAVIMENTAÇÃO</p>																				
																		QD		

4.5 PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

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

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

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

Desta forma, destaca-se elementos de reabilitação ambiental e defensas nas cabeceiras da ponte no trecho do empreendimento.

4.5.1 PROTEÇÃO AMBIENTAL

Tem como objetivo compatibilizar o desenvolvimento técnico-econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Neste item estão inseridas a recuperação das jazidas, acampamentos, empréstimos e áreas de bota-fora, também foram instituídas a proteção de taludes de 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 consequente 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.

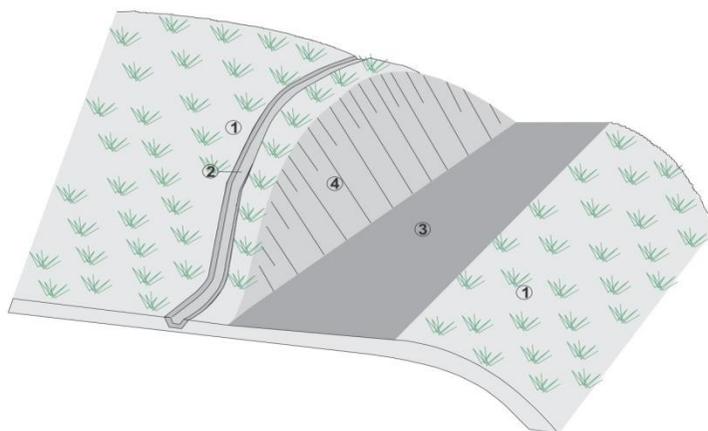
Quadro 47 – Listagem de revestimento vegetal

ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)	ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)
5565 + 0,0	5585 + 0,0	E	400,00	3,00	1.200,00	5565 + 0,0	5585 + 0,0	D	400,00	4,00	1.600,00
5590 + 0,0	5638 + 0,0	E	960,00	2,00	1.920,00	5590 + 0,0	5638 + 0,0	D	960,00	2,00	1.920,00
5640 + 0,0	5697 + 0,0	E	1.140,00	2,00	2.280,00	5642 + 0,0	5697 + 0,0	D	1.100,00	2,00	2.200,00
5705 + 0,0	5760 + 0,0	E	1.100,00	2,00	2.200,00	5705 + 0,0	5760 + 0,0	D	1.100,00	2,00	2.200,00
5767 + 0,0	5840 + 0,0	E	1.460,00	2,00	2.920,00	5762 + 0,0	5770 + 0,0	D	160,00	3,00	480,00
5845 + 0,0	5900 + 0,0	E	1.100,00	2,00	2.200,00	5776 + 0,0	5835 + 0,0	D	1.180,00	2,00	2.360,00
5905 + 0,0	5960 + 0,0	E	1.100,00	3,00	3.300,00	5840 + 0,0	5895 + 0,0	D	1.100,00	2,00	2.200,00
5968 + 0,0	5980 + 0,0	E	240,00	2,00	480,00	5900 + 0,0	5955 + 0,0	D	1.100,00	2,00	2.200,00
5983 + 0,0	5990 + 0,0	E	140,00	4,00	560,00	5960 + 0,0	5990 + 0,0	D	600,00	2,00	1.200,00
5995 + 0,0	6110 + 0,0	E	2.300,00	2,00	4.600,00	5995 + 0,0	6110 + 0,0	D	2.300,00	2,00	4.600,00
6115 + 0,0	6145 + 0,0	E	600,00	2,00	1.200,00	6115 + 0,0	6160 + 0,0	D	900,00	2,00	1.800,00
6150 + 0,0	6160 + 0,0	E	200,00	2,00	400,00	6170 + 0,0	6200 + 0,0	D	600,00	2,00	1.200,00
6165 + 0,0	6200 + 0,0	E	700,00	2,00	1.400,00	6205 + 0,0	6220 + 0,0	D	300,00	3,00	900,00
6205 + 0,0	6220 + 0,0	E	300,00	3,00	900,00	6220 + 0,0	6265 + 0,0	D	900,00	2,00	1.800,00
6220 + 0,0	6265 + 0,0	E	900,00	2,00	1.800,00	6270 + 0,0	6278 + 0,0	D	160,00	4,00	640,00
6270 + 0,0	6278 + 0,0	E	160,00	4,00	640,00	6281 + 0,0	6320 + 0,0	D	780,00	2,00	1.560,00
6280 + 0,0	6315 + 0,0	E	700,00	3,00	2.100,00	6322 + 0,0	6330 + 0,0	D	160,00	3,00	480,00
6320 + 0,0	6330 + 0,0	E	200,00	4,00	800,00	6336 + 0,0	6380 + 0,0	D	880,00	2,00	1.760,00
6335 + 0,0	6385 + 0,0	E	1.000,00	2,00	2.000,00	6385 + 0,0	6390 + 0,0	D	100,00	3,00	300,00
6390 + 0,0	6455 + 0,0	E	1.300,00	2,00	2.600,00	6396 + 0,0	6455 + 0,0	D	1.180,00	2,00	2.360,00
6460 + 0,0	6475 + 0,0	E	300,00	3,00	900,00	6460 + 0,0	6470 + 0,0	D	200,00	4,00	800,00
6480 + 0,0	6545 + 0,0	E	1.300,00	2,00	2.600,00	6478 + 0,0	6545 + 0,0	D	1.340,00	2,00	2.680,00
6550 + 0,0	6560 + 0,0	E	200,00	4,00	800,00	6550 + 0,0	6565 + 0,0	D	300,00	4,00	1.200,00
						GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN					
								RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km			
						REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES DE ATERROS					
						QD					

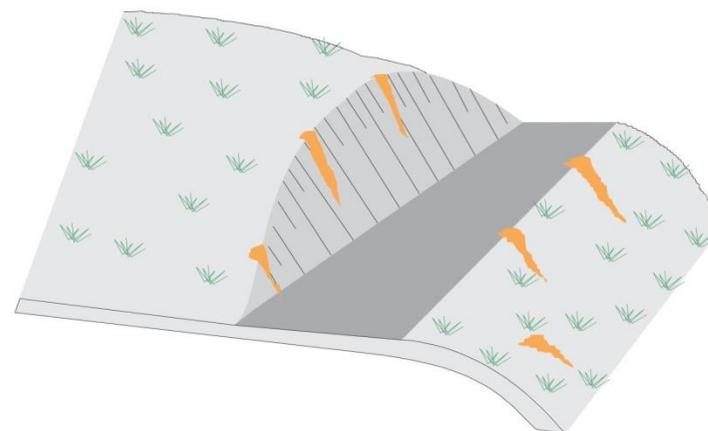
ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)	ESTACA	ESTACA	LADO	EXTENSÃO (m)	ALTURAS (m)	ÁREA (m²)	
6565 + 0,0	6625 + 0,0	E	1.200,00	2,00	2.400,00	6570 + 0,0	6635 + 0,0	D	1.300,00	2,00	2.600,00	
6630 + 0,0	6670 + 0,0	E	800,00	2,00	1.600,00	6640 + 0,0	6675 + 0,0	D	700,00	2,00	1.400,00	
6675 + 0,0	6685 + 0,0	E	200,00	4,00	800,00	6677 + 0,0	6685 + 0,0	D	160,00	4,00	640,00	
6685 + 0,0	6740 + 0,0	E	1.100,00	2,00	2.200,00	6690 + 0,0	6740 + 0,0	D	1.000,00	2,00	2.000,00	
6745 + 0,0	6760 + 0,0	E	300,00	4,00	1.200,00	6745 + 0,0	6755 + 0,0	D	200,00	3,00	600,00	
6765 + 0,0	6835 + 0,0	E	1.400,00	2,00	2.800,00	6762 + 0,0	6822 + 0,0	D	1.200,00	2,00	2.400,00	
6840 + 0,0	6910 + 0,0	E	1.400,00	2,00	2.800,00	6830 + 0,0	6835 + 0,0	D	100,00	4,00	400,00	
6915 + 0,0	7005 + 0,0	E	1.800,00	2,00	3.600,00	6840 + 0,0	6905 + 0,0	D	1.300,00	2,00	2.600,00	
7010 + 0,0	7020 + 0,0	E	200,00	3,00	600,00	6910 + 0,0	6915 + 0,0	D	100,00	4,00	400,00	
7025 + 0,0	7058 + 0,0	E	660,00	3,00	1.980,00	6920 + 0,0	7006 + 0,0	D	1.720,00	2,00	3.440,00	
7060 + 0,0	7098 + 0,0	E	760,00	2,00	1.520,00	7010 + 0,0	7020 + 0,0	D	200,00	3,00	600,00	
7100 + 0,0	7125 + 0,0	E	500,00	2,00	1.000,00	7025 + 0,0	7050 + 0,0	D	500,00	2,00	1.000,00	
7130 + 0,0	7175 + 0,0	E	900,00	2,00	1.800,00	7050 + 0,0	7058 + 0,0	D	160,00	3,00	480,00	
7180 + 0,0	7220 + 0,0	E	800,00	2,00	1.600,00	7060 + 0,0	7098 + 0,0	D	760,00	2,00	1.520,00	
7225 + 0,0	7270 + 0,0	E	900,00	2,00	1.800,00	7100 + 0,0	7125 + 0,0	D	500,00	2,00	1.000,00	
7275 + 0,0	7355 + 0,0	E	1.600,00	2,00	3.200,00	7130 + 0,0	7175 + 0,0	D	900,00	2,00	1.800,00	
7360 + 0,0	7370 + 0,0	E	200,00	4,00	800,00	7180 + 0,0	7205 + 0,0	D	500,00	2,00	1.000,00	
7375 + 0,0	7395 + 0,0	E	400,00	2,00	800,00	7210 + 0,0	7220 + 0,0	D	200,00	3,00	600,00	
7400 + 0,0	7415 + 0,0	E	300,00	2,00	600,00	7225 + 0,0	7264 + 0,0	D	780,00	2,00	1.560,00	
7415 + 0,0	7430 + 0,0	E	300,00	3,00	900,00	7270 + 0,0	7366 + 0,0	D	1.920,00	2,00	3.840,00	
						7370 + 0,0	7420 + 0,0	D	1.000,00	2,00	2.000,00	
TOTAL-L/E (m²)					73.800,00	TOTAL-LD (m²)					70.320,00	
TOTAL (m²)					144.120,00	GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN						
								RODOVIA: PA-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km				
					REVESTIMENTO VEGETAL DOS TALUDES DE ATERROS						QD	

PROTEÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS EXPLORADAS

ESCAVAÇÕES EXTRA LEITO ESTRADAL (EMPRÉSTIMOS OU JAZIDAS)



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

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



RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV)
TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422
EXTENSÃO: 37,30 km



PROTEÇÃO AMBIENTAL

QD

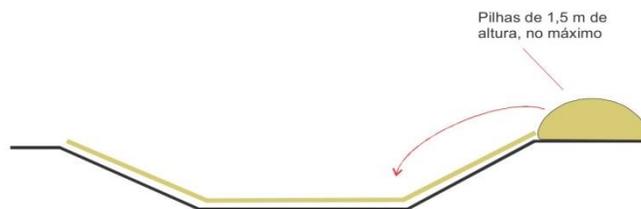
Figura 37 – Proteção ambiental

RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS EM ÁREAS PLANAS OU DE POUCA DECLIVIDADE

1. PREPARO DO TERRENO



2. ESPALHAMENTO DA CAMADA FÉRTIL



3. DRENAGEM E REVEGETAÇÃO



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

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

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



RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV)
TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422
EXTENSÃO: 37,30 km



RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS

QD

Figura 38 – 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



AFASTAMENTO DAS MUDAS



INCORRETO



CORRETO

PÓ DE SERRA ÚMIDO COBRINDO AS RAÍZES

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

2 - PLANTIO POR LEIVAS

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

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



3 - HIDROSSEMEADURA

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

A HIDROSSEMEADURA OBEDECERÁ ÀS SEGUINTE ETAPAS:

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

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



RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV)
TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422
SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422
EXTENSÃO: 37,30 km



PROTEÇÃO VEGETAL

QD

Figura 39 – Proteção vegetal

4.5.2 DISPOSITIVO DE SEGURANÇA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

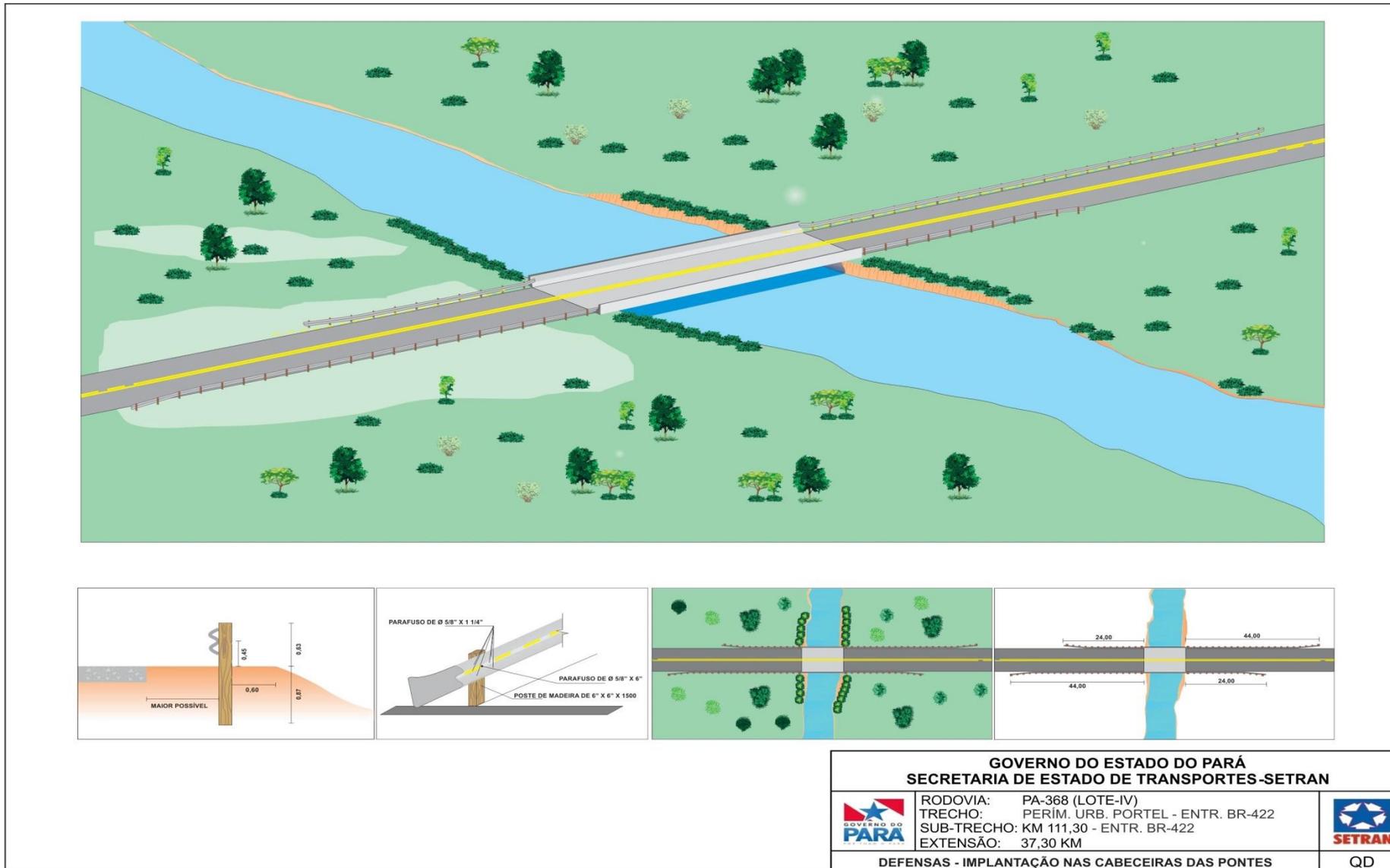


Figura 40 – Defensas metálicas – Implantação

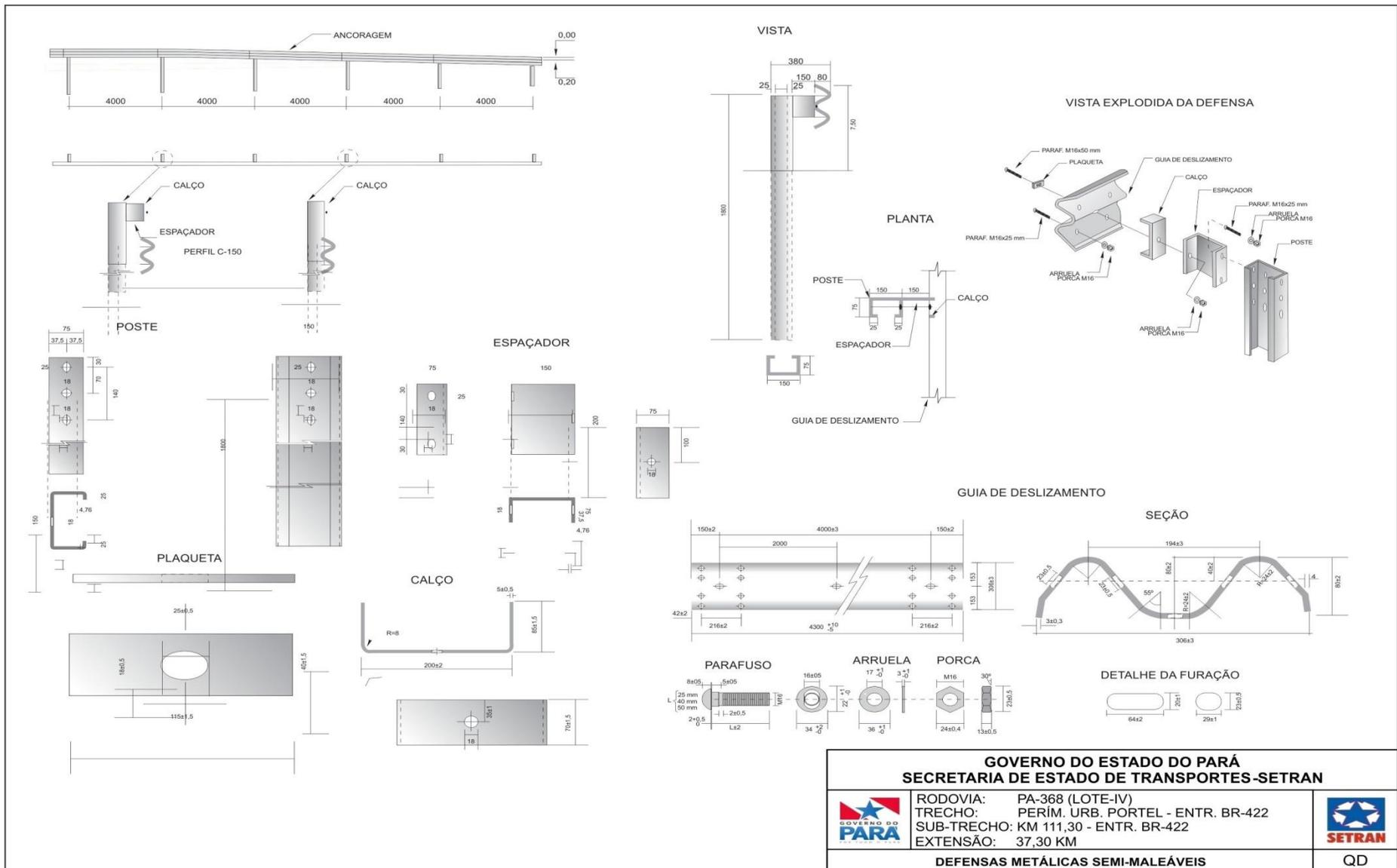


Figura 41 – Defensas metálicas – Detalhamento

4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6.1 INTRODUÇÃO

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

O projeto visa à sinalização e segurança viária da rodovia PA-368, lote-IV, no sub-trecho que vai do Km 111,00 até o entroncamento com a BRT-422, final do trecho, totalizando 37,30 Km de extensão, a velocidade diretriz do trecho é de 60 km/h.

O projeto compõe-se basicamente dos seguintes itens:

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

4.6.1.1 SINALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS VIAS EM PLANTA

A sinalização das vias em planta compreende o lançamento esquemático das placas da sinalização vertical, das marcas longitudinais e dos demais dispositivos da sinalização horizontal, referenciados pelos eixos estaqueados das vias 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.

4.6.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

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

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

Quadro 49 – Sinalização horizontal – tonalidade das cores

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

4.6.2.1 EMPREGO DA COR BRANCA

A cor branca deverá ser implantada nos seguintes locais:

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

4.6.2.2 EMPREGO DA COR AMARELA

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

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

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

4.6.2.3 MATERIAL – MARCAS LONGITUDINAIS

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

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

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

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

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

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

4.6.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

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

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

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

Quadro 50 – Sinalização vertical – tonalidade das cores

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

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

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

4.6.3.1 PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO

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

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

4.6.3.2 PLACAS DE ADVERTÊNCIA

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

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

4.6.3.3 PLACAS DE INDICAÇÃO

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

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

As dimensões dos Marcos quilométrico, rodovia de pista simples, serão iguais a 0,60 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.

4.6.3.4 MATERIAL DAS PLACAS

✓ Substratos

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

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

✓ Películas

Todas as placas de sinalização deverão ser confeccionadas em materiais retrorrefletivo, atendendo a NBR 14644/2013 – Sinalização vertical – Película – Requisitos e ABNT 14891/2012 - Sinalização vertical viária - Placas. As placas terão

películas com refletividade aplicada para o fundo, legendas e pictogramas do tipo III+III.

Todas as cores dos sinais deverão seguir o padrão Munsell.

✓ **Suporte de fixação das placas**

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

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

4.6.4 DISPOSITIVOS AUXILIARES

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

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

4.6.4.1 TACHAS

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

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

4.6.5 SINALIZAÇÃO DE OBRAS

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

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

As dimensões dos sinais de regulamentação de forma circular (padrão) terão diâmetro de 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.

4.6.6 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.

O resumo das quantidades dos diversos serviços de sinalização utilizado no projeto consta no quadro de quantidades.

Quadro 51 – Resumo de Sinalização

TIPO	ESPECIFICAÇÃO		UNID.	QUANT.	
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	APLICAÇÃO MECÂNICA (FAIXAS)	PINTURA BRANCA	m ²	7.425,50	
		PINTURA AMARELA	m ²	1.431,33	
	APLICAÇÃO MANUAL (SETAS, LEGENDAS)	PINTURA BRANCA	m ²	-	
		PINTURA AMARELA	m ²	-	
	TACHA REFLETIVA TIPO III, COM UM PINO, BIDIRECIONAL	BRANCA	und	9.400,00	
		AMARELA	und	3.232,00	
SINALIZAÇÃO VERTICAL	PLACAS DE REGULAMENTAÇÃO	OCTOGONAL	R-1	L= 0,331	
		TRIANGULAR	R-2	L= 1,00	
		CIRCULAR	R-7	Ø= 1,00	23,00
			R-19.4	Ø= 1,00	1,00
			R-19.6	Ø= 1,00	1,00
			R-24b	Ø= 1,00	
	PLACAS DE ADVERTÊNCIA	QUADRADA	A-2a	1,00 x 1,00	11,00
			A-2b	1,00 x 1,00	12,00
			A-3a	1,00 x 1,00	1,00
			A-4a	1,00 x 1,00	
			A-4b	1,00 x 1,00	
			A-7a	1,00 x 1,00	
			A-7b	1,00 x 1,00	
	PLACAS INDICATIVAS	RETANGULAR	I-201	2,00 x 1,00	
			I-202	2,00 x 1,00	
			I-203	2,00 x 1,00	
			I-204	2,00 x 1,00	
	PLACAS EDUCATIVAS	RETANGULAR	E-110	2,00 x 1,00	6,00
			E-120	2,00 x 1,00	2,00
			E-130	2,00 x 1,00	2,00
MARCO QUILOMÉTRICO	RETANGULAR	MQ	0.60 x 0.865	37,00	
MARCADORES DE OBSTÁCULOS	RETANGULAR	MP-01	0.30 x 0.90	2,00	
	RETANGULAR	MP-02	0.30 x 0.90	2,00	
DELINEADOR (MARCADOR DE ALINHAMENTO)	RETANGULAR	MA	0.50 x 0.60	173,00	
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE-IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
		RESUMO DE SINALIZAÇÃO		QD	

5 QUADROS DE QUANTIDADES

Quadro 52 – Quadro de Quantidades

QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES			
ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANT.
I	SERVIÇOS PRELIMINARES		
1.1	Mobilização e desmobilização	und	1,00
1.2	Administração Local	und	1,00
1.3	Instalação de canteiro	m ²	364,00
1.4	Placa da obra	m ²	64,00
II	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO		
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m ²	742.400,00
2.2	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	und	4.475,00
2.3	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m	und	597,00
2.4	Roçada Manual	ha	0,34
2.5	Escavação, carga e transporte de solos moles - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m ³	m ³	4.622,40
2.6	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial	m ³	4.622,40
III	SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM		
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	7.188,48
3.2	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	14.152,32
3.3	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	54.046,80
3.4	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	9.434,88
3.5	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	17.971,20
3.6	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	21.565,44
3.7	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	25.608,96
3.8	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	59.230,08
3.9	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	0,00
3.10	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	8.087,04
3.11	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	63.947,52
3.12	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	37.964,16
3.13	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 3.000 a 5.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	138.521,84
3.14	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m ³	352.091,32
IV	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO		
4.1	Regularização do Sub Leito	m ²	447.456,00
4.2	Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura com material de jazida extraída (DMT= 5,56 Km)	m ³	87.253,92
4.3	Base estabilizada granulometricamente com mistura solo-areia (70% - 30%) com material de jazida e areia comercial (DMT= 7,04 Km)	m ³	82.779,36
4.4	Imprimação com asfalto diluído	m ²	372.880,00
4.5	Pintura de ligação	m ²	372.964,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e seixo comerciais	t	39.386,21
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
		RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km	
			
QUADRO DE QUANTIDADES			QD

QUADRO RESUMO DE QUANTIDADES			
ITEM	SERVIÇOS	UND	QUANT.
V	SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE		
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria	m³	2.517,40
5.2	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m³	1.778,12
5.3	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	42,00
5.4	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	252,00
5.5	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	77,00
5.6	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	50,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,20 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	m	16,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	6,00
5.9	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	36,00
5.10	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	10,00
5.11	Boca de BTTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	6,00
5.12	Boca de BTTC D = 1,20 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas	und	2,00
VI	SERVIÇOS DE DRENAGEM		
6.1	Sarjeta triangular de concreto - STC 02 - escavação mecânica - areia e seixo comerciais	m	2.200,00
6.2	Dissipador de energia - DES 02 - areia e pedra de mão comerciais	und	12,00
6.3	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e seixo comerciais - fôrma de madeira	m	6.120,00
6.4	Entrada para descida d'água - EDA 01 - areia e seixo comerciais	und	60,00
6.5	Entrada para descida d'água - EDA 02 - areia e seixo comerciais	und	78,00
6.6	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 02 - areia e seixo comerciais	m	414,00
6.7	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, seixo e pedra de mão comerciais	und	138,00
6.8	Valeta de proteção de corte com revestimento vegetal - VPC 01 - escavação mecânica	m	1.760,00
6.9	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 07 - tubo de concreto perfurado e seixo comercial	m	1.800,00
6.10	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 02 - tubo de concreto perfurado - areia e seixo comerciais	und	16,00
VII	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL		
7.1	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm	m²	8.856,82
7.2	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação	und	12.632,00
VIII	SINALIZAÇÃO VERTICAL		
8.1	Placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	und	25,00
8.2	Placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	und	24,00
8.3	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação	und	10,00
8.4	Placa delimitador em aço - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação	und	4,00
8.5	Placa delimitador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação	und	173,00
8.6	Placa de marco quilométrico em aço - 0,60 x 0,865 m - película retrorrefletiva tipo I + I - fornecimento e implantação	und	37,00
IX	OBRAS COMPLEMENTARES		
9.1	Reabilitação ambiental das áreas de jazidas, emp. e acampamento	m²	331.000,00
9.2	Revestimento vegetal dos taludes de aterro	m²	144.120,00
9.3	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação	m	136,00
X	PROJETO		
10.1	Detalhamento de projeto	Km	37,30
XI	MEIO AMBIENTE		
11.1	Licenciamento Ambiental	und	1,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN	
		RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERIM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km	
QUADRO DE QUANTIDADES		QD	

Quadro 53 – Quadro de Quantidades – Serviços preliminares

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
I	SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	Mobilização e desmobilização			und	1,00
1.2	Administração Local			und	1,00
1.3	Instalação de canteiro			m ²	364,00
1.4	Placa da obra			m ²	64,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
SERVIÇOS PRELIMINARES					QD

Quadro 54 – Quadro de Quantidades – Serviços de conservação

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
II	SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO				
2.1	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m			m ²	742.400,00
2.2	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m			und	4.475,00
2.3	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m			und	597,00
2.4	Roçada Manual			ha	0,34
2.5	Escavação, carga e transporte de solos moles - dmt de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m ³			m ³	4.622,40
2.6	Camada drenante com conformação de trator de esteira - areia comercial			m ³	4.622,40
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO					QD

Quadro 55 – Quadro de Quantidades – Serviços de terraplenagem

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
III	SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM				
3.1	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	7.188,48
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	14.152,32
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	54.046,80
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	9.434,88
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	17.971,20
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	21.565,44
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	25.608,96
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	59.230,08
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	0,00
3.10	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - dmt de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³			m³	8.087,04
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	63.947,52
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	37.964,16
3.13	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 3.000 a 5.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de			m³	138.521,84
3.14	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal			m³	352.091,32
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
		SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM			QD

Quadro 56 – Quadro de Quantidades – Serviços de pavimentação

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
IV	SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO				
4.1	Regularização do Sub Leito			m ²	447.456,00
4.2	Sub-base estabilizada granulometricamente sem mistura com material de jazida extraída (DMT= 5,56 Km)			m ³	87.253,92
4.3	Base estabilizada granulometricamente com mistura solo-areia (70% - 30%) com material de jazida e areia comercial (DMT= 7,04 Km)			m ³	82.779,36
4.4	Imprimação com asfalto diluído			m ²	372.880,00
4.5	Pintura de ligação			m ²	372.964,00
4.6	Concreto asfáltico - faixa C - areia e seixo comerciais			t	39.386,21
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
		SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO			QD

Quadro 57 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras de arte corrente

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
V	SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE				
5.1	Escavação mecânica de vala em material de 1ª categoria			m³	2.517,40
5.2	Reaterro e compactação com soquete vibratório			m³	1.778,12
5.3	Corpo de BSTC D = 0,80 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	42,00
5.4	Corpo de BSTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	252,00
5.5	Corpo de BDTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	77,00
5.6	Corpo de BTTC D = 1,00 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	50,00
5.7	Corpo de BTTC D = 1,20 m PA3 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			m	16,00
5.8	Boca de BSTC D = 0,80 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	6,00
5.9	Boca de BSTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	36,00
5.10	Boca de BDTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	10,00
5.11	Boca de BTTC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	6,00
5.12	Boca de BTTC D = 1,20 m - esconsidade 0° - areia e seixo comerciais - alas retas			und	2,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ PARÁ POR TODO O PARÁ	RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		 SETRAN
SERVIÇOS DE OBRAS DE ARTE CORRENTE					QD

Quadro 58 – Quadro de Quantidades – Serviços de drenagem

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VI	SERVIÇOS DE DRENAGEM				
6.1	Sarjeta triangular de concreto - STC 02 - escavação mecânica - areia e seixo comerciais			m	2.200,00
6.2	Dissipador de energia - DES 02 - areia e pedra de mão comerciais			und	12,00
6.3	Meio-fio de concreto - MFC 03 - areia e seixo comerciais - fôrma de madeira			m	6.120,00
6.4	Entrada para descida d'água - EDA 01 - areia e seixo comerciais			und	60,00
6.5	Entrada para descida d'água - EDA 02 - areia e seixo comerciais			und	78,00
6.6	Descida d'água de aterros tipo rápido - DAR 02 - areia e seixo comerciais			m	414,00
6.7	Dissipador de energia - DEB 01 - areia, seixo e pedra de mão comerciais			und	138,00
6.8	Valeta de proteção de corte com revestimento vegetal - VPC 01 - escavação mecânica			m	1.760,00
6.9	Dreno longitudinal profundo para corte em solo - DPS 07 - tubo de concreto perfurado e seixo comercial			m	1.800,00
6.10	Boca de saída para dreno longitudinal profundo - BSD 02 - tubo de concreto perfurado - areia e seixo comerciais			und	16,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
		SERVIÇOS DE DRENAGEM			QD

Quadro 59 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização horizontal

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VII	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
7.1	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm			m ²	8.856,82
7.2	Tacha refletiva em resina sintética - bidirecional tipo I - com um pino - fornecimento e colocação			und	12.632,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL					QD

Quadro 60 – Quadro de Quantidades – Serviços de sinalização vertical

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
VIII	SINALIZAÇÃO VERTICAL				
8.1	Placa de regulamentação em aço D = 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	25,00
8.2	Placa de advertência em aço, lado de 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação			und	24,00
8.3	Placa em aço - 2,00 x 1,00 m - película retrorrefletiva tipo I + X - fornecimento e implantação			und	10,00
8.4	Placa delineador em aço - 0,30 x 0,90 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	4,00
8.5	Placa delineador em aço - 0,50 x 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + IV - fornecimento e implantação			und	173,00
8.6	Placa de marco quilométrico em aço - 0,60 x 0,865 m - película retrorrefletiva tipo I + I - fornecimento e implantação			und	37,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km			
SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL					QD

Quadro 61 – Quadro de Quantidades – Serviços de obras complementares

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
IX	OBRAS COMPLEMENTARES				
9.1	Reabilitação ambiental das áreas de jazidas, emp. e acampamento			m ²	331.000,00
9.2	Revestimento vegetal dos taludes de aterro			m ²	144.120,00
9.3	Defensa semimaleável simples - fornecimento e implantação			m	136,00
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
			RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		
SERVIÇOS DE OBRAS COMPLEMENTARES					QD

Quadro 62 – Quadro de Quantidades – detalhamento do projeto

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
X	PROJETO				
10.1	Detalhamento de projeto			Km	37,30
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ POR TODO O PARÁ	RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		 SETRAN
DETALHAMENTO DO PROJETO					QD

Quadro 63 – Quadro de Quantidades – Serviços de proteção ambiental

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	ESPECIFICAÇÕES	DMT (km)	UNID.	QUANTIDADES
XI	MEIO AMBIENTE				
11.1	Licenciamento Ambiental			Km	37,30
		GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES - SETRAN			
		 GOVERNO DO PARÁ PARA TODO O PARÁ	RODOVIA: PA-368 (LOTE - IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTR. BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km		 SETRAN
		SERVIÇOS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL			QD

6 CRONOGRAMA FÍSICO

Quadro 64 – Cronograma físico da obra

RODOVIA PA - 368 (TRECHO: PERÍM. URB. DE PORTEL - ENTRONC. BR-422 / SUB-TRECHO: KM 111,30 - ENTRONC. BR-422 - LOTE-IV)																															
ITEM	SERVIÇOS	MESES																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
1	MOBILIZ / DESMOB / CANTEIRO	█																							█						
2	CONSERVAÇÃO			█																											
3	TERRAPLENAGEM			█																											
4	DRENAGEM																				█										
5	OBRAS DE ARTE CORRENTE	█																													
6	PAVIMENTAÇÃO							█																							
7	SINALIZAÇÃO																							█							
8	OBRAS COMPLEMENTARES																						█								
9	MEIO AMBIENTE																						█								
												<p style="text-align: center;">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-368 (LOTE III) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 74,00 - KM 111,30 EXTENSÃO: 37,30 km</p> </div>  </div> <p style="text-align: center;">CRONOGRAMA FÍSICO</p>																			
												QD																			

8 DISTÂNCIA DE TRANSPORTES

Quadro 66 – Resumo DMT

RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE										
SERVIÇO	MATERIAL	PERCURSO		TRANSPORTE LOCAL (DMT - km)			TRANSPORTE COMERCIAL (DMT - km)			OBSERVAÇÕES
		ORIGEM	DESTINO	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL	
Sub-Base sem mistura	Solo	J-10 e J-11	Pista	5,56		5,56	-	-	-	
Base com mistura de 70% solo e 30% de areia	Solo / Areia	J-10,J-11 e A-1	Pista	7,04		7,04	-	-	-	
Imprimação	CM-30	Belém Inst. Industrial	Usina Pista	137,00 18,65	4,00	141,00 18,65	- -	- -	- -	Verificar Obs
Pintura de Ligação	RR-2C	Belém Inst. Industrial	Usina Pista	137,00 18,65	4,00	141,00 18,65	- -	- -	- -	Verificar Obs
CBUQ	CAP-20	Belém	Usina	137,00	4,00	141,00	-	-	-	Verificar Obs
	Filler	Belém	Usina	137,00	4,00	141,00	-	-	-	Verificar Obs
	Areia	Areal - A1	Usina	13,50	-	13,50	-	-	-	
	Seixo	Seixeira - S1	Usina	13,50		13,50	-	-	-	
	Mistura	Usina	Pista	18,65	-	18,65	-	-	-	
Drenagem e OAC	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Portel	Inst. Industrial	137,00	4,00	141,00	-	-	-	
	Cimento, Aço Ferro, Tubos, Madeira	Inst. Industrial	Pista	18,65	-	18,65	-	-	-	
	Areia Seixo	Areal - A1 Seixeira - S1	Inst. Industrial Inst. Industrial	13,50 13,50	-	13,50 13,50	-	-	-	
Sinalização	Placas	Portel Inst. Industrial	Inst. Industrial Pista	137,00 18,65	4,00		- -	- -	- -	
OBS: LIGANTES ASFÁLTICOS - CONSIDERAR TRANSPORTE FLUVIAL COM DISTÂNCIA DE 300 Km DE BELÉM ATÉ PORTEL				<p style="text-align: center;">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-368 (LOTE IV) TRECHO: PERÍM. URB. PORTEL - ENTR. BR-422 SUB-TRECHO: KM 111,30 - BR-422 EXTENSÃO: 37,30 km</p> </div>  </div> <p style="text-align: center;">DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE</p>						
									QD	

9 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

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

9.1.1 TERRAPLENAGEM

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

9.1.2 DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTE

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

9.1.3 PAVIMENTAÇÃO

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

9.1.4 OBRAS COMPLEMENTARES

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

9.1.5 PROTEÇÃO AMBIENTAL

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

9.1.6 MATERIAIS

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

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

10 REFERÊNCIA

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

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

11 TERMO DE ENCERRAMENTO

O **Volume 01 – Relatório do Projeto** de Elaboração do Projeto Básico de Engenharia Para Construção e Pavimentação da Rodovia PA-368, Lote-IV, Trecho: Perim. Urb. Portel – Entr. BR-422, Sub-trecho: Km 111,30 – Entr. BR-422, com extensão de 37,30 km, na região de integração do Marajó, sob jurisdição do 9º núcleo regional, possui 154 páginas enumeradas sequencialmente.

Belém/PA, Julho de 2023