

## 4.5 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

---

## 4.5 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 4.5.1 - Introdução

O estudo hidrológico, por mais que se direcione para uma área reduzida, permite e possibilita a visão e o conhecimento de uma região ampla, a qual pertence este projeto executivo. Neste caso, portanto, existem elementos específicos, que dizem respeito à área do projeto e outros que definem um espaço mais amplo, como por exemplo, os dados climatológicos, pluviométricos e fluviométrico.

No estabelecimento das descargas de projeto, embora sejam adotados diversos procedimentos simplificadores, perfeitamente justificáveis para a natureza das obras dimensionadas, foi exercida a devida importância às características fisiográficas das bacias que independem das condições climáticas, como das características pedológicas, que indicam o comportamento dos cursos d'água em função dos solos e de cobertura vegetal destas bacias.

Face à necessidade de preservar a integridade da plataforma rodoviária, foi considerado o nível de alagamento nas proximidades dos cursos d'água de modo a impedir o transbordamento nos aterros e as inundações das pistas, visto que, são extremamente prejudiciais à estabilidade dos aterros e dos taludes marginais aos talwegues.

### 4.5.2 – Objetivos

Tem como objetivo principal a apresentação dos métodos e procedimentos utilizados no dimensionamento dos dispositivos de drenagem envolvendo, entre outros, as obra-de-arte correntes e as obras de drenagem superficial.

Os estudos hidrológicos desenvolvidos permitem avaliar o dimensionamento das obras objeto deste estudo, definindo a caracterização climática, pluviométrica da região, bem como possibilita a determinação do índice pluviométrico anual que caracteriza o fator regional necessário. Fornecem ainda subsídios adicionais, tais como média anual de dias de chuva. Evidentemente, tais elementos permitem à definição do prazo de execução da obra e a estimativa do rendimento dos equipamentos, nestas condições climatológicas, necessários à fixação das produções horárias das equipes.

### 4.5.3 - Reconhecimento da região

---

#### 4.5.3.1 - Coleta e análise de dados existentes

As características físicas da região, cujo estudo possibilitou a avaliação dos coeficientes de escoamento superficial das áreas adjacentes à rodovia projetada, garantem subsídios para elaboração do plano de execução da obra.

Por se tratar de Revisão, Adequação e Atualização de Projeto Executivo, foi examinado o estudo realizado à época do Projeto Executivo, ano de 2011. Foi identificada a estação pluviométrica adotada, assim como, os períodos de observações, séries históricas e confrontados com os elementos atuais.

A estação pluviométrica Seringal 70 foi adotada no Projeto Executivo, sendo ainda a escolhida para esta Revisão, Adequação e Atualização de Projeto Executivo.

##### a) Dados da Estação pluviométrica

Para caracterização do regime pluviométrico foram coletados e processados dados de chuva relativa ao posto de **Seringal 70**, coletados no site do ANA (Agência Nacional de Águas) no período de 1978 a 2021.

- Código: 1062002
- Nome: Seringal 70
- Bacia: Rio Amazonas
- Estado: Rondônia
- Município: Jaru
- Responsável: ANA (Agência Nacional de Águas)
- Operadora: CPRM (Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais)
- Latitude: 10° 26' 20" S
- Longitude: 62° 27' 59" W
- Altitude: 124 m

##### b) Dados cartográficos, aerofotogramétricos e topográficos

- Cartas planialtimétricas, em escala 1:100.000 do IBGE e imagem de satélite.
- Levantamento topográfico de talvegues, nas áreas onde se localizam as obras de artes correntes.

Para efeito de caracterização, elaboramos os seguintes quadros:

- Quadro I: Contém os índices climatológicos normais anuais de temperaturas absolutas, médias anuais, pressão e umidade relativa no período normal anual de Seringal 70.

LOCALIDADE	TEMPERATURAS °C					UMIDADE RELATIVA %
	MÉDIAS ANUAIS			ABSOLUTAS		
	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	
Seringal 70	34,0	18,0	24,0	40,0	4,0	85,0 a 90,0

- Quadro II - Normal de precipitação pluviométrica (mm) (Normais de precipitação mensais e anuais).

LOCALIDADE	MESES											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Seringal 70	307,2	266,6	305,4	182,3	83	20,6	8,6	38,8	95,8	149,3	213,8	254,4

#### 4.5.3.2 - Regime de Temperaturas

A área do projeto situa-se entre as isotermas anuais 18,0°C e 34°C.

O regime térmico vigente na área em estudo caracteriza-se pelas seguintes temperaturas aproximadas:

- Média das temperaturas mínimas: 18,0° C
- Média das temperaturas máximas: 34,0° C
- Temperatura média: 24,0° C
- Temperatura mínima absoluta: 4,0° C
- Temperatura máxima absoluta: 40,0° C

#### 4.5.3.3 - Clima

O clima de uma região está determinado pelas condições da circulação geral da atmosfera, pela atuação das perturbações transientes de escala sinóptica e pelas perturbações secundárias, formadas em função da topografia e efeitos locais. No caso de Rondônia, o clima está particularmente associado ao da macrorregião amazônica.

---

Sob o ponto de vista *zonal*, isto é, do sistema planetário de circulação atmosférica, o estado de Rondônia possui, como toda região úmida da Amazônia, clima equatorial, uma vez que seu microclima é durante todo ano controlado, principalmente, por fracos domínios anticiclônicos e por sistemas de massas de ar originárias das latitudes baixas da zona equatorial, assegurando-lhe chuvas e forte umidade em qualquer estação do ano.

Entretanto, sua posição meridional, no sudoeste da Amazônia (cerca de 10° afastado do equador geográfico) confere-lhe, sob o ponto de vista *regional*, algumas características diferenciais. A pouca frequência de ação direta da zona de convergência dos ventos do anticiclone dos Açores e do anticiclone do Atlântico Sul, e o índice de presença de frentes polares no inverno imprimem-lhe um marcante caráter de *transição para o clima tropical*.

Como toda a Amazônia, o estado de Rondônia possui clima úmido. Porém, enquanto na maior parte da Amazônia o clima é superúmido sem sequer um mês seco, ou úmido com 1 a 2 meses secos, no estado de Rondônia o clima úmido possui 3 meses secos em média. Decorre daí mais um caráter de transição, agora em direção ao clima semi-úmido do Brasil Central.

Sob o ponto de vista do regime térmico, Rondônia participa do clima regional de Amazônia: é quente, uma vez que em qualquer mês a temperatura média se mantém acima de 18°C, permanecendo até mesmo acima de 20°C.

Em resumo, o clima em Rondônia é: equatorial, com transição tropical; úmido, com forte decréscimo de precipitação no inverno; 3 meses ecologicamente secos - junho - julho - agosto - em média; sujeito a fortes desvios pluviométricos estacionais ao longo dos anos; quente, durante todo ano; insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diária, especialmente no inverno, quando as mínimas noturnas descem, com frequência, abaixo de 18°C nas planícies e abaixo de 9°C nos altiplanos das chapadas.

O clima predominante na região é do tipo Am da classificação de Köppen, quente e úmido das florestas equatoriais. Apresenta transições entre os climas de seca de primavera (Amw) e de seca do inverno (amw) com duas estações bem definidas: a seca que ocorre à primavera-inverno (abril-setembro), e a úmida ou chuvosa de verão-outono (outubro-março).

O índice pluviométrico médio é de 1.752,58 mm/ano, sendo o número médio de dias chuvosos de 113 dias.

---

#### **4.5.3.4 - Vegetação**

O estado de Rondônia encontra-se em uma posição importantíssima em relação aos aspectos fitogeográficos, situando-se no centro-sul da bacia amazônica, em uma região de transição entre o domínio geomorfológico amazônico.

É uma área que congrega três importantes biomas: Floresta Amazônica, Pantanal e Cerrado, tendo como características, por esta razão, uma grande biodiversidade, que abrange tanto a riqueza dos seus ecossistemas, quanto de espécies da fauna, flora e de diversidade genética.

Os principais fatores determinantes para a composição da vegetação do Estado são o relevo, com serras de formação geológica antiga, formadas por vastos depósitos sedimentares (Serras dos Pacaás Novos), e a riqueza da drenagem, que associada ao clima a composição do solo contribuem para a ocorrência do ciclo de cheias dos rios que drenam o estado, sendo marcante para a definição das diferentes paisagens existentes.

É uma vegetação que está sendo desmatada para o cultivo da soja, arroz, algodão e etc. A vegetação remanescente consta de contato floresta Ombrófila-floresta estacional que se caracteriza por floresta semidecidual submontada e dossel emergente.

#### **4.5.3.5 - Hidrografia**

O principal Rio da região, em que se situa a rodovia em estudo é o Rio Ji-Paraná ou Machado pertencente à Bacia do Rio Amazonas.

#### **4.5.3.6 - Pluviometria**

Para apresentação dos dados pluviométricos na área de influência do projeto, adotou-se o posto de Seringal 70, pela proximidade com o trecho, e por terem os registros pluviométricos destas localidades analisadas e estudadas na Agência Nacional de Águas, no período de 44 anos anteriores à data do projeto.

#### **4.5.4 - Processamento de dados coletados**

Os dados coletados foram processados de modo a se obter os elementos de definição do regime climático da região do projeto.

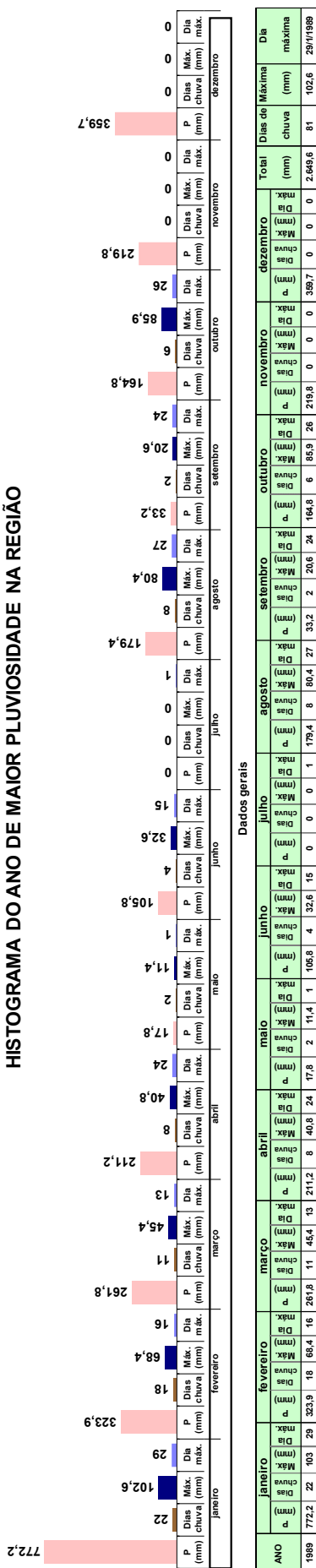
---

A seguir são apresentados o histograma do ano de maior pluviosidade da região e os gráficos com as distribuições mensais das alturas médias de precipitação e dos números médios de dias de chuva, de acordo com os registros da estação de **SERINGAL 70** no período compreendido entre 1978 e 2021.

Obs.: A) - Instrumento medidor: Pluviômetro B) - Os dados dos anos mais representativos para elaboração das análises estatísticas C) - Posto que caracteriza o redime pluviométrico do trecho ( método de THIESEN ), as alturas estão em acordo com mapas isolias.



## HISTOGRAMA DO ANO DE MAIOR PLUVIOSIDADE NA REGIÃO



FONTE: ANA - Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO - versão Web: <http://hidroweb.ana.gov.br/>).

**TOTAIS PLUVIOMÉTRICOS MENSAIS E NÚM. DE DIAS DE CHUVA POR ANO**

RODOVIA: RO-010 LATITUDE : 10°26'20"  
TRECHO: Estaca 136+0,00 (Urupá) – Estaca 2286+15,60 Rua Amapá (Mirante da Serra) LONGITUDE : 62°27'59"  
ESTAÇÃO: Seringal 70 CÓDIGO : 1062002 ENTIDADE : ANA - 2022  
PERÍODO : 1978 A 2021  
UF : Rondônia

	Janeiro	Fevereiro	Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Características Anuais					
Anos	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P(mm)	N	P. Máx.(*)	Data dia / mês	NDC	P. Total (mm)		
1978																	8,90	3	157,50	19	464,80	27	105,00	26/12/1978				
1979	371,60	20	350,80	18	492,00	24	292,20	8	92,80	6	0,00	0	73,40	2	118,00	3	49,20	3	129,60	10	146,20	9	179,40	13	150,60	4/1/1979	116	2.295,20
1980	313,60	11	219,30	13	230,80	14	159,30	0	147,50	0	3,00	0	0,40	1	35,80	3	50,20	3	222,40	12	208,00	16	318,90	19	84,80	12/1/1980	92	1.909,20
1981	355,80	16	242,00	10	280,60	14	258,80	10	35,80	3	34,20	2	0,00	0	23,80	1	102,40	3	169,60	10	357,00	17	160,20	14	74,20	25/11/1981	100	2.020,20
1982	430,50	24	259,00	19	264,20	19	176,80	11	70,80	5	7,80	1	3,40	1	6,40	2	52,40	11	45,40	8	58,00	13	76,20	18	77,40	2/1/1982	132	1.450,90
1983	71,00	14	40,00	15	109,00	16	64,40	6	60,80	8	5,80	1	0,00	0	0,00	0	23,20	3	112,40	6	36,20	11	65,60	16	109,00	10/3/1983	96	588,40
1984	39,00	17	64,00	14	19,40	11	97,00	12	56,40	9	0,00	0	4,00	1	9,60	3	39,20	8	83,20	11	49,20	16	69,80	16	97,00	12/4/1984	118	530,80
1985	32,40	20	27,20	13	56,00	18	64,20	19	29,60	7	0,00	0	7,40	2	22,40	2	42,30	6	88,20	15	54,00	11	75,80	12	88,20	27/10/1985	125	499,50
1986	45,20	16	36,60	12	125,20	19	139,20	10	104,40	8	5,20	2	7,20	2	73,80	5	252,00	6	164,40	6	234,20	12	259,00	15	125,20	22/3/1986	113	1.446,40
1987	173,60	17	313,80	14	380,80	12	297,60	10	20,00	1	60,70	9	0,00	0	83,20	1	67,00	3	207,00	10	270,40	12	336,00	12	95,60	29/3/1987	101	2.210,10
1988	293,10	18	355,40	21	572,00	18	141,00	14	50,20	7	0,00	0	0,00	0	0,00	0	16,10	3	328,40	12	270,60	14	201,20	15	92,80	23/3/1988	122	2.228,00
1989	772,20	22	323,90	18	261,80	11	211,20	8	17,80	2	105,80	4	0,00	0	179,40	8	33,20	2	164,80	6	219,80	0	359,70	0	102,60	29/1/1989	81	2.649,60
1990	240,00	11	318,80	10	241,50	14	102,10	6	52,20	6	14,40	1	49,20	2	0,00	0	127,40	5	23,40	2	312,20	12	245,00	7	80,20	19/2/1990	76	1.728,00
1991	337,80	9	196,00	7	309,80	14	144,60	7	121,00	3	0,00	0	0,00	0	0,00	0	61,80	3	168,60	0	228,90	0	161,10	0	96,40	28/3/1991	43	1.729,60
1992	274,30	0	310,00	0	319,10	15	330,30	10	103,30	5	0,00	0	0,00	0	97,60	2	136,90	8	189,20	8	199,50	9	144,60	6	89,20	8/4/1992	63	2.104,80
1993	266,90	9	331,10	14	315,60	13	76,00	3	143,30	3	0,00	0	0,00	0	10,70	3	36,40	6	98,90	10	252,70	13	181,00	18	106,50	5/5/1993	92	1.712,60
1994	319,20	0	269,60	0	123,30	16	173,30	16	53,30	4	80,00	8	17,40	2	0,00	0	92,00	10	134,80	9	134,20	14	241,40	19	63,30	5/12/1994	98	1.638,50
1995	329,20	20	434,10	15	263,30	16	260,00	15	110,30	6	9,60	1	0,00	0	9,80	1	6,80	3	93,80	8	153,90	21	103,20	21	112,40	19/2/1995	127	1.774,00
1996	83,70	23	80,40	20	100,90	24	175,30	16	106,50	11	1,80	2	0,00	0	22,50	4	169,30	7	95,30	14	255,10	22	401,50	19	100,00	4/12/1996	162	1.492,30
1997	334,20	20	335,40	18	215,30	20	247,00	18	90,10	9	27,00	2	0,00	0	3,50	3	160,20	7	113,40	11	139,80	14	303,60	19	60,00	24/9/1997	141	1.969,50
1998	270,20	16	324,00	17	438,10	19	241,80	9	157,00	6	7,70	1	20,00	1	97,90	5	25,10	3	110,30	14	319,30	18	334,30	24	97,90	18/4/1998	133	2.345,70
1999	405,80	20	185,50	20	196,60	21	108,90	10	104,00	6	36,20	4	0,00	0	6,90	1	142,50	7	71,20	4	182,10	9	213,90	17	67,60	14/11/1999	119	1.653,60
2000	304,20	17	183,90	17	292,20	15	155,10	15	4,10	1	15,10	3	2,60	2	49,40	5	157,00	10	180,80	11	320,80	13	196,80	13	94,80	10/3/2000	122	1.862,00
2001	406,50	27	402,40	26	139,70	22	230,20	14	116,80	11	30,30	7	17,70	3	0,00	0	142,90	8	212,40	10	171,00	11	338,50	21	118,20	24/4/2001	160	2.208,40
2002	349,80	21	226,70	17	163,20	11	217,00	11	45,70	5	74,10	2	15,50	1	101,70	7	32,70	3	128,70	10	170,10	13	454,50	16	134,70	19/12/2002	117	1.979,70
2003	356,70	15	154,40	16	360,10	24	74,10	8	53,30	5	7,80	2	0,00	0	9,00	3	119,00	7	87,40	6	112,80	11	149,20	12	120,00	24/1/2003	109	1.483,80
2004	390,80	17	275,40	19	424,00	19	188,60	11	53,60	5	16,50	3	7,90	2	54,70	6	33,90	5	132,00	11	263,10	17	288,60	21	113,80	15/1/2004	136	2.129,10
2005	271,20	15	388,10	17	312,10	15	81,50	11	92,60	8	1,50	1	1,20	1	22,00	2	50,80	6	142,60	16	56,90	14	244,10	21	93,20	12/2/2005	127	1.664,60
2006	319,20	21	294,40	21	89,60	14	108,00	13	7,50	1	0,00	0	0,00	0	3,30	1	94,70	7	135,60	14	314,70	15	235,90	23	93,40	6/2/2006	130	1.602,90
2007	204,70	16	261,20	19	268,80	17	126,00	9	42,80	7	0,00	0	19,10	4	27,50	1	20,60	4	194,30	14	241,60	14	134,80	19	105,10	3/11/2007	124	1.541,40
2008	469,40	22	290,50	22	224,50	20	210,30	12	109,30	7	0,00	0	0,00	0	29,60	2	43,40	4	240,20	12	178,30	11	158,70	18	112,50	10/1/2008	130	1.954,20
2009	220,50	20	237,80	23	129,20	20	193,80	21	149,80	16	19,70	3	7,60	3	75,20	5	133,60	8					431,30	16	100,00	13/12/2009		
2010	171,20	18	254,40	16	253,20	10	92,80	6	69,50	6	19,30	1	4,90	1	45,70	2	31,10	5	115,30	9	188,80	11	147,30	9	69,90	11/3/2010	94	1.393,50
2011	104,90	18	173,50	14	356,60	18	222,60	12	5,20	1	0,00	0	0,00	0	6,90	1	59,90	3	214,30	14	109,20	10	117,50	13	100,50	5/4/2011	104	1.370,60
2012	145,70	15	256,40	14	148,80	9	78,10	7	56,30	4	10,20	1	13,80	2	10,20	1	118,50	8	156,60	11	256,40	13	262,50	17	80,30	3/2/2012	102	1.513,50
2013	378,10	20	386,20	21	262,70	15	214,80	9	138,20	10	58,60	9	2,50	2	12,40	2	106,80	7	207,70	15	309,20	14	295,10	19	90,60	9/3/2013	143	2.372,30
2014	376,40	20	76,40	13	130,40	23	59,00	12	40,20	9									154,20	14	279,90	20	248,60	15	81,30	6/1/2014		
2015	204,50	18	413,00	19	0,00	0	317,80	21	206,60	10	0,00	0	30,00	1	10,80	3	36,60	8	118,40	7	137,70	10	0,00	0	97,00	14/2/2015	97	1.475,40
2016	166,50	17	130,90	12	0,00	0	483,50	17	46,00	5	32,30	3	0,00	0	13,70	2	236,60	8	94,90	6	111,60	7	355,50	15	76,30	26/4/2016	92	1.671,50
2017	215,20	18	287,40	15	339,00	21	159,50	10	108,60	5	24,50	1	0,00	0	32,40	5	72,60	3	82,80	8	158,20	16	371,40	22	75,40	7/3/2017	124	1.851,60
2018	177,90	12	195,90	17	120,80	19	266,60	17	134,00	8	66,30	3	0,20	1	122,60	11	106,10	4	142,50	17	347,10	15	233,30	16	90,10	28/11/2018	140	1.913,30
2019	431,80	15	566,90	14	327,90	22	141,70	9	86,00	6	5,70	3	6,10	1	11,10	2	37,50	3	206,90	11	148,50	14	417,80	19	130,80	6/2/2019	119	2.387,90
2020	290,20	12	337,80	19	295,70	16	89,20	15	133,80	6	8,40	2	20,40	1	0,00	0	52,10	5	300,70	10	115,60	5			203,50	1/10/2020		
2021	457,20	17	273,90	16			145,10	8																				

Obs.: Utilizou-se os dados dos últimos 44 anos de observação mais representativos.

(\*) Máximas chuvas diárias.

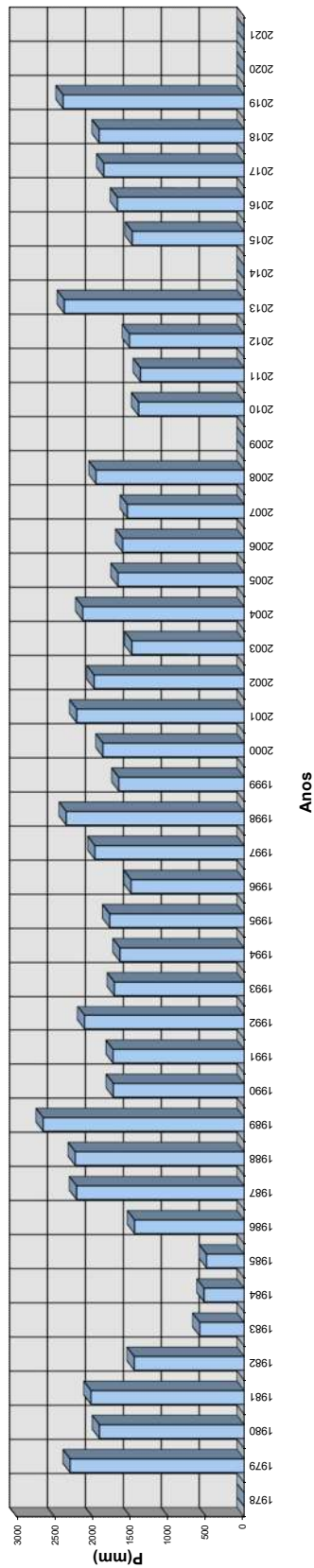
**Estação: Seringal 70 Pluviograma**

**PRECIPITAÇÕES E NÚM. DE DIAS DE CHUVAS POR ANO**

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Diagrama Climatológico
	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	P(mm)	
Prec. Máx. Mensal	772,20	566,90	572,00	483,50	206,60	105,80	73,40	179,40	252,00	328,40	357,00	464,80	Pmáx = 2649,6 mm (Precip. Máxima Anual para o período).
Prec. Méd. Mensal	283,07	257,77	237,00	177,12	81,60	19,26	8,10	35,11	82,24	144,56	195,96	237,56	Pmed = 1752,58 mm (Precip. Média Anual para o período).
Prec. Mín. Mensal	32,40	27,20	19,40	59,00	4,10	1,50	0,20	3,30	6,80	8,90	36,20	65,60	Pmín = 499,5 mm (Precip. Mínima Anual para o período).
NDC Máx. Mensal	27	26	24	21	16	9	4	11	11	17	22	27	Nmáx = 162 (Núm. máximo de dias de chuva por ano no período).
NDC Méd. Mensal	17	16	16	11	6	2	1	3	6	10	13	16	Nmed = 113 (Média do núm. de dias de chuva por ano no período).
NDC Mín. Mensal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nmín = 43 (Número mín. de dias de chuva por ano no período).
Região hidrográfica: / Carta topográfica do município de Jaru:													

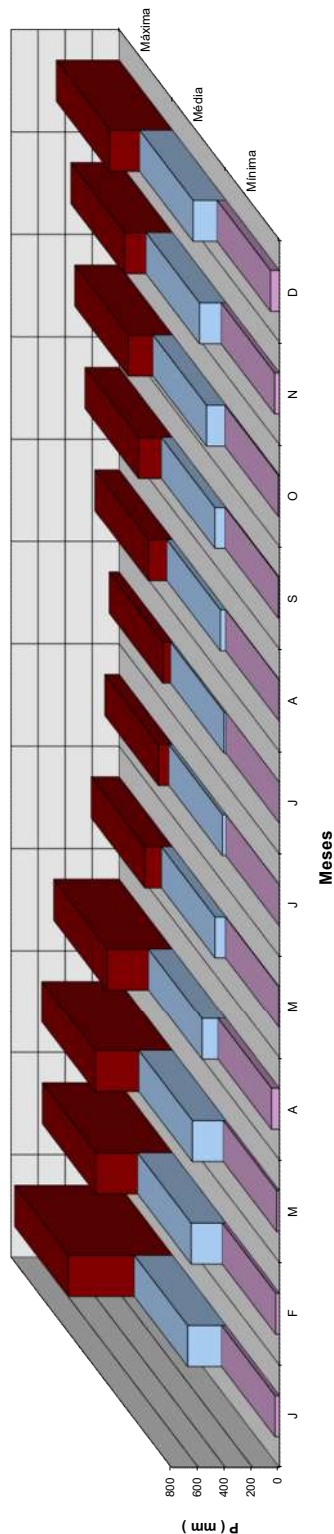
**Precipitações Totais Anuais**

**Estação : Seringal 70**



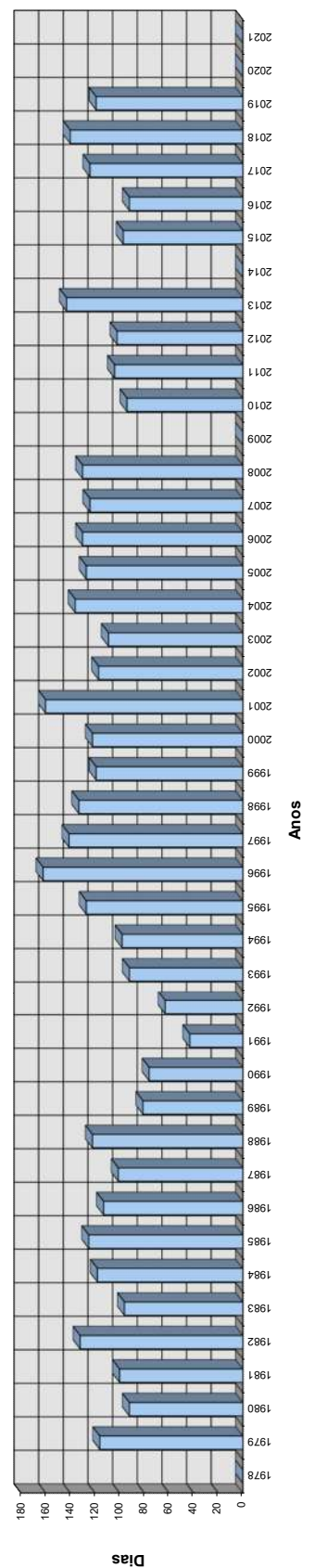
**Precipitações Mensais**

**Estação : Seringal 70**



**Número de Dias de Chuva por Ano**

**Estação : Seringal 70**



---

#### **4.5.5 - Estudo da Chuva de Projeto**

##### **a. Determinação dos Valores Característicos da Chuva de Projeto**

Com os dados coletados de chuvas diárias no posto escolhido, elaborou-se um estudo estatístico e determinaram-se as alturas de chuva com duração de um dia, para diferentes tempos de recorrência.

A metodologia empregada foi a da probabilidade extrema de Gumbel.

Para isso escolheram-se as maiores alturas de chuva diárias de cada ano de registros disponíveis, organizando-se assim uma série de máximas anuais para a estação considerada, a qual se acha apresentada a seguir:

## TABELAS DOS CÁLCULOS

### ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

ESTAÇÃO: SERINGAL 70

CÓDIGO : 1062002

PERÍODO : 1978 A 2021

ENTIDADE : ANA - 2022

LATITUDE : 10°26'20"

LONGITUDE : 62°27'59"

DATA DIAMÊS/ANO	SEQ.	P (mm)	Nº ordem (n)	P - ordenada (mm)	P-Pm	(P-Pm)²	F=n/(m+1)%	Tr=1/F
26/12/1978	14	105,0	1	203,50	105,1	11.055,1	2,2	45,0
4/1/1979	2	150,6	2	150,60	52,2	2.729,4	4,4	22,5
12/1/1980	32	84,8	3	134,70	36,3	1.320,8	6,7	15,0
25/11/1981	39	74,2	4	130,80	32,4	1.052,6	8,9	11,3
2/1/1982	36	77,4	5	125,20	26,8	720,6	11,1	9,0
10/3/1983	11	109,0	6	120,00	21,6	468,4	13,3	7,5
12/4/1984	20	97,0	7	118,20	19,8	393,8	15,6	6,4
27/10/1985	31	88,2	8	113,80	15,4	238,5	17,8	5,6
22/3/1986	5	125,2	9	112,50	14,1	200,0	20,0	5,0
29/3/1987	23	95,6	10	112,40	14,0	197,2	22,2	4,5
23/3/1988	27	92,8	11	109,00	10,6	113,3	24,4	4,1
29/1/1989	15	102,6	12	106,50	8,1	66,3	26,7	3,8
19/2/1990	35	80,2	13	105,10	6,7	45,5	28,9	3,5
28/3/1991	22	96,4	14	105,00	6,6	44,1	31,1	3,2
8/4/1992	30	89,2	15	102,60	4,2	18,0	33,3	3,0
5/5/1993	12	106,5	16	100,50	2,1	4,6	35,6	2,8
5/12/1994	43	63,3	17	100,00	1,6	2,7	37,8	2,6
19/2/1995	10	112,4	18	100,00	1,6	2,7	40,0	2,5
4/12/1996	17	100,0	19	97,90	-0,5	0,2	42,2	2,4
24/9/1997	44	60,0	20	97,00	-1,4	1,8	44,4	2,3
18/4/1998	19	97,9	21	97,00	-1,4	1,8	46,7	2,1
14/11/1999	42	67,6	22	96,40	-2,0	3,8	48,9	2,0
10/3/2000	24	94,8	23	95,60	-2,8	7,6	51,1	2,0
24/4/2001	7	118,2	24	94,80	-3,6	12,7	53,3	1,9
19/12/2002	3	134,7	25	93,40	-5,0	24,6	55,6	1,8
24/1/2003	6	120,0	26	93,20	-5,2	26,6	57,8	1,7
15/1/2004	8	113,8	27	92,80	-5,6	30,9	60,0	1,7
12/2/2005	26	93,2	28	90,60	-7,8	60,2	62,2	1,6
6/2/2006	25	93,4	29	90,10	-8,3	68,2	64,4	1,6
3/11/2007	13	105,1	30	89,20	-9,2	83,8	66,7	1,5
10/1/2008	9	112,5	31	88,20	-10,2	103,2	68,9	1,5
13/12/2009	17	100,0	32	84,80	-13,6	183,8	71,1	1,4
11/3/2010	41	69,9	33	81,30	-17,1	290,9	73,3	1,4
5/4/2011	16	100,5	34	80,30	-18,1	326,0	75,6	1,3
3/2/2012	34	80,3	35	80,20	-18,2	329,7	77,8	1,3
9/3/2013	28	90,6	36	77,40	-21,0	439,2	80,0	1,3
6/1/2014	33	81,3	37	76,30	-22,1	486,5	82,2	1,2
14/2/2015	20	97,0	38	75,40	-23,0	527,0	84,4	1,2
26/4/2016	37	76,3	39	74,20	-24,2	583,6	86,7	1,2
7/3/2017	38	75,4	40	70,40	-28,0	781,6	88,9	1,1
28/11/2018	29	90,1	41	69,90	-28,5	809,8	91,1	1,1
6/2/2019	4	130,8	42	67,60	-30,8	946,0	93,3	1,1
1/10/2020	1	203,5	43	63,30	-35,1	1.229,0	95,6	1,0
10/2/2021	40	70,4	44	60,00	-38,4	1.471,2	97,8	1,0

Obs : Método de "Probabilidade Extrema de Gumbel"

Período de Recorrência ( Tr, anos )							
N/Tr	5	10	15	20	25	50	100
26	0,883	1,568	1,949	2,224	2,432	3,074	3,711
27	0,879	1,560	1,941	2,215	2,422	3,061	3,696
28	0,874	1,553	1,932	2,205	2,412	3,048	3,681
29	0,870	1,547	1,924	2,196	2,402	3,037	3,667
30	0,866	1,541	1,917	2,188	2,393	3,026	3,653
31	0,863	1,535	1,910	2,180	2,385	3,015	3,641
32	0,860	1,530	1,904	2,173	2,377	3,005	3,629
33	0,856	1,525	1,897	2,166	2,369	2,996	3,618
34	0,853	1,520	1,892	2,160	2,362	2,987	3,608
35	0,851	1,516	1,886	2,152	2,354	2,979	3,598
36	0,848	1,511	1,881	2,147	2,349	2,971	3,588
37	0,845	1,507	1,876	2,142	2,344	2,963	3,579
38	0,843	1,503	1,871	2,137	2,338	2,957	3,571
39	0,840	1,499	1,867	2,131	2,331	2,950	3,563
40	0,838	1,495	1,862	2,126	2,326	2,943	3,554
41	0,836	1,492	1,858	2,121	2,321	2,936	3,547
42	0,834	1,489	1,854	2,117	2,316	2,930	3,539
43	0,832	1,485	1,850	2,112	2,311	2,924	3,532
44	0,830	1,482	1,846	2,108	2,307	2,919	3,526
45	0,828	1,478	1,842	2,104	2,303	2,913	3,519
46	0,826	1,476	1,839	2,100	2,298	2,903	3,513

Fonte: "Hidrologia Básica", Nelson L. de Sousa Pinto, SP, 1976.

### CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISTO

$$\text{MÉDIA} \quad \bar{P} = \frac{\sum P}{N} = 98,36$$

$$\text{DESVIO PADRÃO} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{N - 1}} = 25,29$$

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de VEM TE CHOW:

$$Pr = \bar{P} + K \times \sigma$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA ( Tr )	K ( ° )	P ( mm )
5 anos	0,83	119,35
10 anos	1,482	135,84
15 anos	1,846	145,05
20 anos	2,108	151,67
25 anos	2,307	156,70
50 anos	2,919	172,18
100 anos	3,526	187,53
1.000 anos	-	239,23
10.000 anos	-	290,92

$$\bar{P} = 98,36$$

$$\sum P = 4.327,70$$

$$\sum (\bar{P} - P)^2 = 27.503,13$$

$$N - 1 = 43$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{P} - P)^2}{N - 1}} = 25,3$$

$$Pr = 98,36 + K \times 25,29$$

### CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEM TE CHOW - P<sub>Tr</sub> ( mm )

$$P5 = 98,36 + 0,83 \times 25,29 = 119,35 \text{ mm}$$

$$P10 = 98,36 + 1,482 \times 25,29 = 135,84 \text{ mm}$$

$$P15 = 98,36 + 1,846 \times 25,29 = 145,05 \text{ mm}$$

$$P20 = 98,36 + 2,108 \times 25,29 = 151,67 \text{ mm}$$

$$P25 = 98,36 + 2,307 \times 25,29 = 156,7 \text{ mm}$$

$$P50 = 98,36 + 2,919 \times 25,29 = 172,18 \text{ mm}$$

$$P100 = 98,36 + 3,526 \times 25,29 = 187,53 \text{ mm}$$

$$P1000 = P100 + ( P100 - P10 ) = 239,23 \text{ mm}$$

$$P10000 = P1000 + ( P1000 - P100 ) = 290,92 \text{ mm}$$

## b. Determinação da Curva: Altura de Precipitação x Duração x Tempo de Recorrência

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores há 24 horas e a baixa densidade de postos com pluviógrafos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolação de dados desses postos até o local do projeto.

O Método das Isozonas, desenvolvido para o Brasil pelo Eng<sup>o</sup> José Jaime Taborga Torrico, correlaciona os dados de postos pluviométricos e pluviográficos. Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da altura de precipitação para os tempos de concentração necessários, inferiores há 24 horas.

No estudo estatístico descrito no item anterior, calcularam-se, para o posto analisado, as chuvas de um dia, nos tempos de recorrência previstos.

De acordo com a metodologia desenvolvida por Taborga Torrico, estas chuvas de um dia foram convertidas em chuvas de 24 horas multiplicando-se pelo coeficiente 1,10, que é a relação 24 horas / 1 dia.

Em seguida determinou-se no mapa das isozonas que a região do projeto corresponde à isozona E.

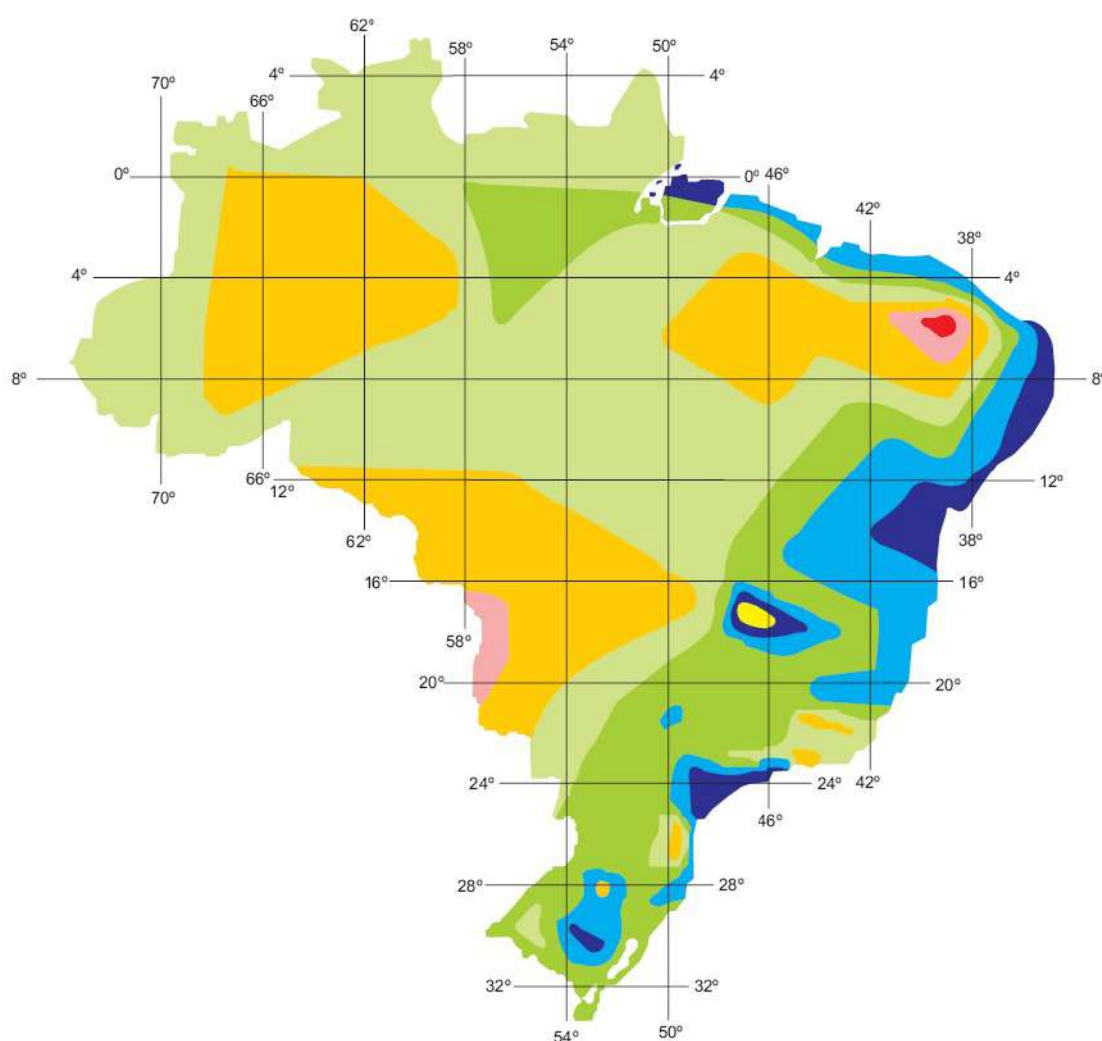
Após ter sido determinada a isozona, foram extraídas da tabela apropriada as porcentagens correspondentes às relações 6 minutos / 24 horas e 1 hora / 24 horas. Aplicando-se estas porcentagens sobre as alturas de chuva de 24 horas, foram calculadas as alturas de chuva de 6 minutos e de 1 hora, para cada tempo de recorrência previsto. Desse modo, obtém-se:

ISOZONA "E"										Estação : Seringal 70							
Tempo de Recorrência em anos	1 hora / 24 horas chuva (A)							6 min / 24 horas (B)		Duração	Tempo de Recorrência						
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100		5	10	15	20	25	50	100
Porcentagem	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,6	42,2	12,6	11,2	24 horas (C)	131,3	149,4	159,5	166,8	172,4	189,4	206,3
<p>As isozonas E e F tipificam a zonas continental e do noroeste, com coeficientes intensidade altos.</p> <p>Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974.</p>										1 hora (D)	57,8	65,1	69,1	72,1	74,1	80,7	87,1
										6 minutos (E)	16,5	18,8	20,1	21,0	21,7	23,9	23,1
										<p>Notas: Macha de cálculo:</p> <p>1 - (C) = <math>P_T(\text{mm}) \times 1,10</math>, onde <math>P_T(\text{mm})</math> é dado pela fórmula de VEM TECHOW</p> <p>2 - (D) = (C) x (A)</p> <p>3 - (E) = (C) x (B)</p>							

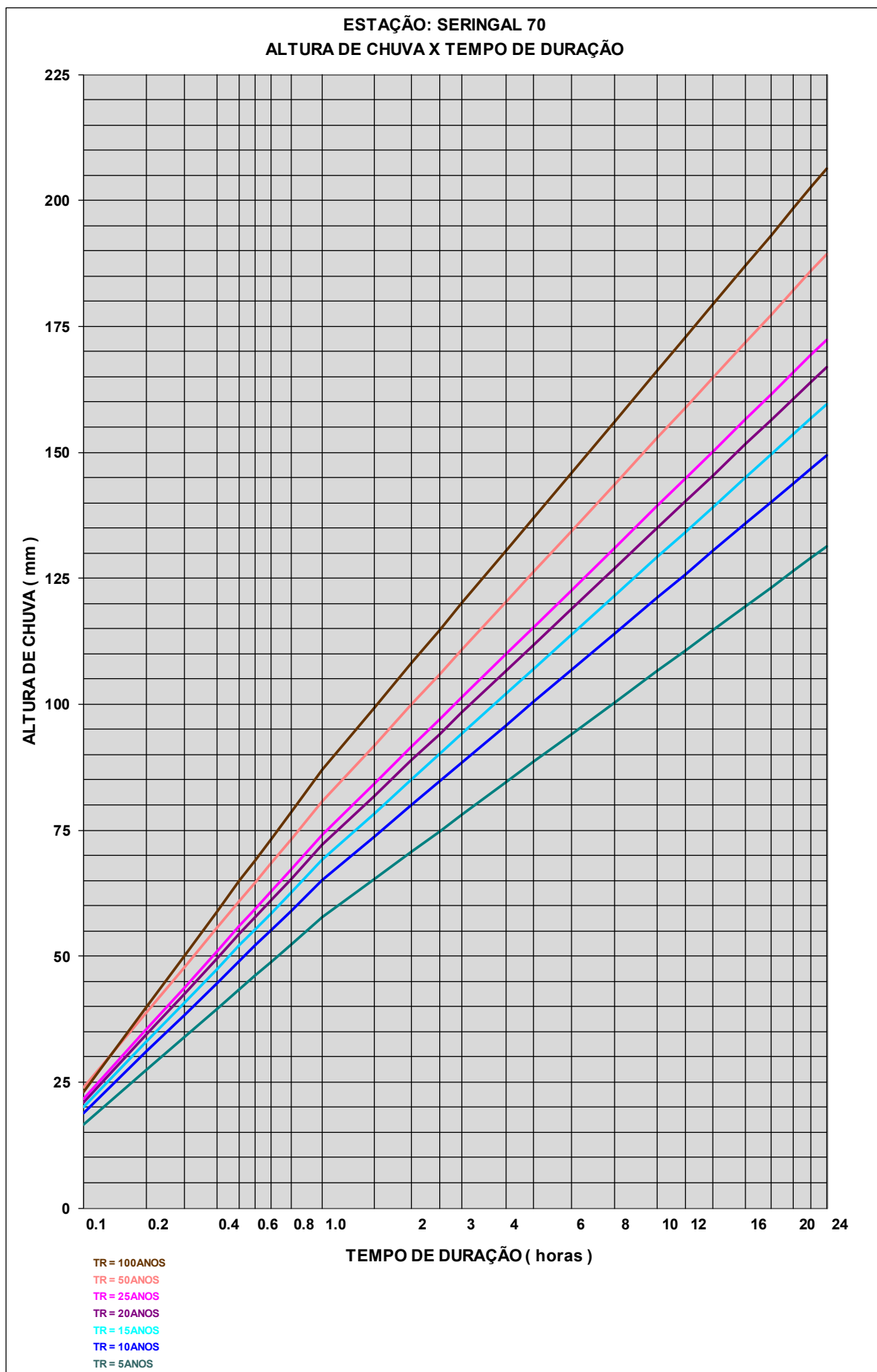


Com estes valores, isto é, as alturas de precipitação com durações de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, traçou-se, em papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, as retas que fornecem as alturas de precipitação em função do tempo de recorrência, para qualquer tempo de duração compreendido entre 6 minutos e 24 horas. A seguir são apresentados o mapa das isozonas e o gráfico contendo os segmentos de reta que relacionam as alturas de precipitação com as durações e os tempos de recorrência.

### MAPA DO BRASIL ISOZONAS DE CHUVAS



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO												
TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS												
ZONA	1 Hora / 24 horas chuva										6min 24h Chuva	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1.000	10.000	5-50	100
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35,3	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	35,4	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	8,8
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	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	46,0	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,8	46,3	44,8	16,7	14,9





### c. Determinação da Curva: Intensidade de Precipitação x Duração x Tempo de Recorrência.

As intensidades de precipitação foram obtidas a partir dos valores das alturas de chuva, pela utilização da seguinte relação:

$$i = \frac{P}{t}, \text{ onde:}$$

- $i$  = Intensidade da precipitação, em mm/h;
- $P$  = Altura da precipitação, em mm;
- $t$  = Tempo de duração, em horas.

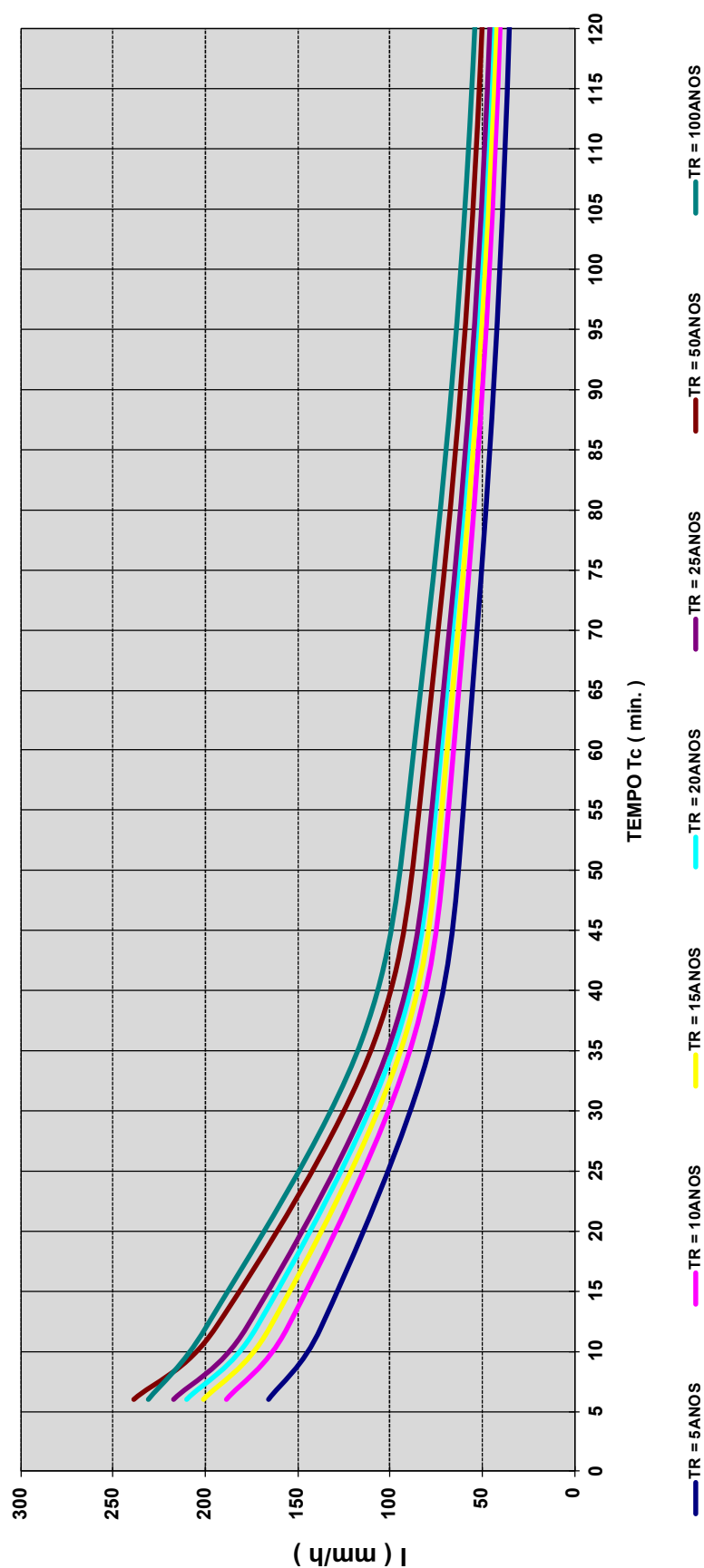
QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA															
ESTAÇÃO : SERINGAL 70															
Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)	P(mm)	I(mm/h)
6 min.	(0,1 h)	16,54	165,42	18,83	188,27	20,10	201,03	21,02	210,22	21,72	217,19	23,86	238,64	23,10	231,04
12 min.	(0,2 h)	27,39	136,95	31,02	155,09	32,99	164,97	34,46	172,28	35,51	177,55	38,82	194,08	39,93	199,66
36 min.	(0,6 h)	46,14	76,89	52,08	86,80	55,27	92,11	57,67	96,12	59,34	98,90	64,66	107,76	69,01	115,02
60 min.	(1,0 h)	57,77	57,77	65,15	65,15	69,09	69,09	72,07	72,07	74,12	74,12	80,68	80,68	87,05	87,05
120 min,	(2,0 h)	70,78	35,39	80,07	40,03	85,10	42,55	88,85	44,42	91,51	45,76	99,93	49,96	108,16	54,08
240 min.	(4,0 h)	84,53	21,13	95,82	23,96	102,01	25,50	106,57	26,64	109,89	27,47	120,26	30,06	130,45	32,61
1440 min.	(24,0 h)	131,29	5,47	149,42	6,23	159,55	6,65	166,84	6,95	172,37	7,18	189,40	7,89	206,29	8,60

Obs: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershflid e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.

A seguir é apresentado o gráfico que relaciona a intensidade da precipitação com a duração e o tempo de recorrência, para todos os tempos de duração exigidos neste projeto.

## ESTAÇÃO : SERINGAL 70

### CURVA DE INTENSIDADE - FREQUÊNCIA - DURAÇÃO



---

#### 4.5.6 – Determinação das Descargas de Projeto

##### 4.5.6.1 – Definição dos Tempos de Recorrência

O tempo de recorrência para o projeto de cada dispositivo de drenagem foi fixado levando-se em conta:

- A importância e a segurança da obra;
- A classe da rodovia;
- Os prejuízos econômicos, no caso de interrupção do tráfego;
- Os danos às propriedades vizinhas;
- Os custos estimados de restauração, na hipótese de destruição;
- Os valores adotados em estudos semelhantes a este;
- As normas técnicas e as instruções de serviço da fiscalização.

Assim sendo, os tempos de recorrência adotados foram:

- Obras de Drenagem Superficial: 10 anos;
- Obras de Drenagem Subsuperficial: 10 anos;
- Obras de Arte Correntes (Bueiros Tubulares): 15 anos (como canal) e 25 anos (como orifício);
- Obras de Arte Correntes (Bueiros Celulares): 25 anos (como canal) e 50 anos (como orifício);
- Obras de Arte Especiais: 50 anos (pontilhões) e 100 anos (pontes).

##### 4.5.6.2 - Tempo de concentração – Método Racional e Racional Corrigido

O tempo de concentração foi determinado pela fórmula usada pelo DNOS. Esta metodologia é recomendada na publicação “Estudos Hidrológicos, Projetos de obras de artes correntes e de Drenagem superficial, por levar em conta também às características de vegetação, solo e absorção das bacias hidrográficas”.

A fórmula adotada neste estudo foi a seguinte:

$$T_c = \frac{10}{K} \times \frac{A^{0,3} \times L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

---

Onde:

T<sub>c</sub> = tempo de concentração em minutos

A = área da bacia, em hectares

L = comprimento do talvegue principal em metros

i = declividade do talvegue principal, em percentagem

K = coeficiente, adimensional tabelado de acordo com a natureza da bacia.

#### 4.5.6.3 - Tempo de concentração – Método Hidrograma Unitário Triangular - HUT

Para o cálculo do tempo de concentração foi adotada a fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,95.(L^3 / H)^{0,385}$$

Onde:

T<sub>c</sub> = Tempo de concentração em horas;

L = Comprimento do talvegue em Km;

H = Desnível em m (Delta H).

#### 4.5.7 - Coeficiente de Escoamento Superficial

Este estudo consiste em verificar-se, de todas as maneiras possíveis, o comportamento da precipitação ao atingir o solo.

Os fatores que definem o coeficiente de escoamento superficial C são a retenção d'água pela cobertura vegetal e pelo solo e as características físicas da bacia contribuinte (forma, declividade, comprimento do talvegue principal, etc.).

Já o coeficiente CN é função do complexo solo-cobertura vegetal, mediante consideração de fatores básicos, quais sejam: tipos de solo, cobertura vegetal e utilização do solo. Levaram-se em conta, ainda, as condições antecedentes de umidade, isto é, se uma chuva forte ou uma fraca, mas de longa duração houvesse caído nos dias anteriores à chuva de pico, provocando um maior "run-off" decorrente do temporal.

A fixação destes coeficientes é de óbvia importância na estimativa das vazões, mas são os parâmetros que menos se prestam a uma apreciação exata. A avaliação criteriosa depende de uma análise de todos os fatores intervenientes.

Na determinação dos coeficientes C e CN serão utilizados dados obtidos nas seguintes fontes:

- Cartas da região;
- Relatórios de análise geológica;
- Observações locais no que diz respeito à cobertura vegetal, tipo de solo e uso da terra;
- Tabelas de uso corrente.

Quando uma bacia apresentava mais de um tipo de cobertura vegetal ou de solo e, por isso, mais de um coeficiente CN ou C, será adotada a média ponderada entre os coeficientes encontrados, considerando a área de influência de cada um deles.

A seguir são apresentadas tabelas, que foram utilizadas na determinação dos coeficientes C e CN.

<b><i>Coeficientes de escoamento superficial</i></b>	
<b>Características da superfície</b>	<b>Coeficiente de escoamento</b>
Revestimento de concreto de cimento portland	0,70 – 0,90
Revestimento betuminoso	0,80 – 0,95
Revestimento primário	0,40 – 0,60
Solos sem revestimento com baixa permeabilidade	0,40 – 0,65
Solos sem revestimento com permeabilidade moderada	0,10 – 0,30
Taludes gramados	0,50 – 0,70
Prados e campinas	0,10 – 0,40
Áreas florestais	0,10 – 0,25
Terrenos cultivados em zonas altas	0,15 – 0,40
Terrenos cultivados em vales	0,10 – 0,30

### Número de Curva (CN) para Diferentes Condições de Complexo Hidrológico

Solo - Cobertura Vegetal					
Para Condições de Umidade Antecedente II (Média) E I <sub>a</sub> = 0,2 s					
Cobertura Vegetal	Condições de Retenção Superficial	Grupo Hidrológico do Solo			
		A	B	C	D
Terreno não Cultivado com Pouca Vegetação	Pobre	77	86	91	94
Terreno Cultivado	Pobre	72	81	88	91
	Boa	51	67	76	80
Pasto	Pobre	68	79	86	89
	Boa	39	61	74	80
Mata ou Bosque	Pobre	45	66	77	83
	Boa	25	55	70	77
Área Urbana	Pobre	74	80	87	90
	Boa	70	76	83	86

### Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off Método Racional

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO " c "
<b>Comércio:</b>	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
<b>Residencial:</b>	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamento	0,50 a 0,70
<b>Industrial:</b>	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

Quando conveniente, foi obtido o coeficiente de deflúvio de uma bacia pela média ponderada dos coeficientes das diferentes superfícies que a compõem, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies. A tabela a seguir, fornece os coeficientes de deflúvio para algumas superfícies típicas.

**Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off**  
**Método Racional**

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO " c "
<b>Ruas:</b>	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajeto de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
<b>Gramados; solos arenosos:</b>	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
<b>Gramados; solo compacto:</b>	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Aplicação em drenagem urbana e chuva de 5 a 10 anos de tempo de recorrência.

**4.5.8 – Avaliação das Vazões de Projeto****a) Definição da Metodologia Adotada**

O cálculo das descargas de projeto das bacias hidrográficas com áreas inferiores a 10 km<sup>2</sup> foi efetuado por diferentes fórmulas baseadas no Método Racional. Para avaliação das vazões de bacias com áreas de pelo menos 10 km<sup>2</sup> será usado o Método do Hidrógrafo Unitário Triangular.

**b) Cálculo das Vazões de Projeto das Bacias Hidrográficas com Áreas Inferiores a 4,0 km<sup>2</sup>**

Para o cálculo das vazões afluentes das bacias hidrográficas com áreas inferiores a 4,0 km<sup>2</sup> foi utilizada a fórmula mais conhecida do Método Racional, isto é:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A, \text{ onde:}$$

- $Q_p$  = Vazão de projeto, em m<sup>3</sup>/s;
- $C$  = Coeficiente adimensional de escoamento superficial, tabelado;
- $I$  = Intensidade de precipitação, em mm/h;
- $A$  = Área da bacia, em km<sup>2</sup>.

### c) Cálculo das Vazões de Projeto das Bacias Hidrográficas com Áreas Compreendidas entre 4,0 km<sup>2</sup> e 10,0 km<sup>2</sup>

Para o cálculo das descargas de projeto das bacias hidrográficas com áreas compreendidas entre 4,0 km<sup>2</sup> e 10,0 km<sup>2</sup>, foi utilizada a fórmula usual do Método Racional, corrigida por um coeficiente de retardo ( $\sigma$ ), ou seja:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \times \sigma, \text{ onde:}$$

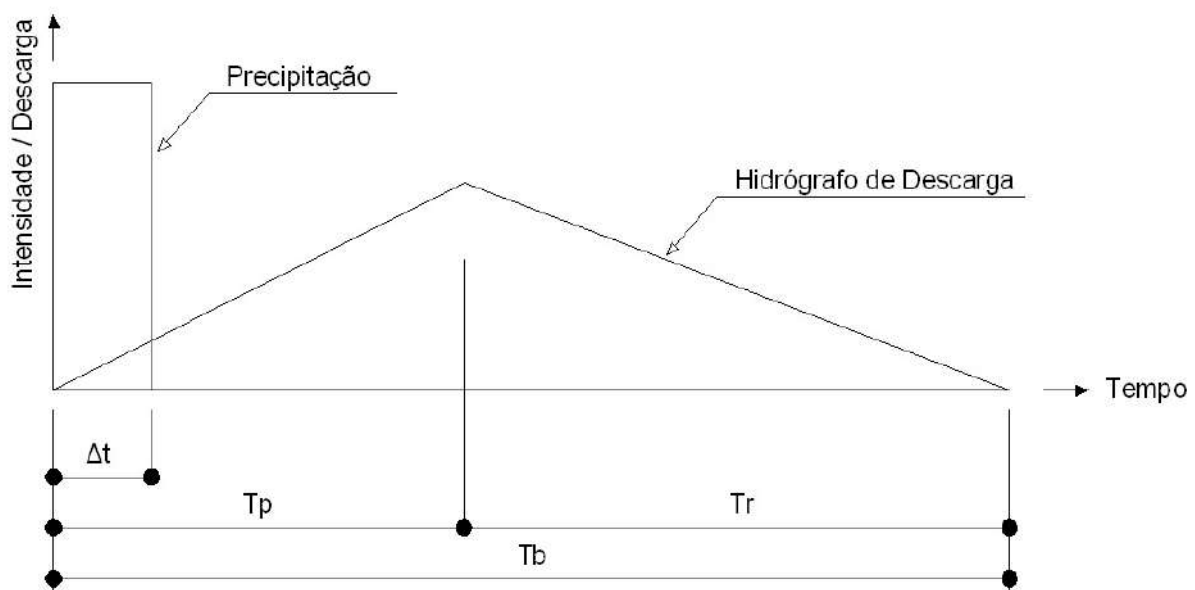
- $Q_p$ ,  $C$ ,  $I$ ,  $A$  = Parâmetros definidos para o Método Racional;
- $\sigma$  = Coeficiente de retardo, expresso pela fórmula:

$$\sigma = A^{-0,10}$$

Sendo **A** a área da bacia em km<sup>2</sup>.

### d) Cálculo das Vazões de Projeto das Bacias Hidrográficas com Áreas Superiores a 10,0 km<sup>2</sup>

As bacias com áreas superiores a 10,0 km<sup>2</sup> foram estudadas pelo Método do Hidrógrafo Unitário Triangular, desenvolvido pelo “U.S. Soil Conservation Service”.



Não se tendo medidas de descargas das bacias estudadas, admite-se que o hidrógrafo das descargas seja triangular.



Decompondo-se a chuva de projeto em chuvas com duração aproximada de 1/5 do tempo de concentração da bacia, constrói-se para cada uma destas parciais o hidrograma triangular somando-se em seguida os diversos hidrogramas para obter a descarga de pico.

Na figura acima temos:

$T_b$  = Tempo de base =  $2,67 T_p$ , em horas;

$T_p$  = Tempo de pico =  $\frac{\Delta t}{2} + 0,6 t_c$ , em horas;

$\Delta t$  = Tempo unitário =  $\frac{t_c}{5}$ , em horas;

$t_c$  = Tempo de concentração, em horas;

$\mu (T_p)$  = Descarga unitária =  $\frac{2,08 \times A}{T_p}$ , em  $m^3/s/cm$ ;

$A$  = Área da bacia em  $km^2$ .

Conhecidos  $\mu (T_p)$ ,  $T_p$  e  $T_b$ , calculam-se as ordenadas  $\mu (T_i)$  para qualquer tempo  $T_i$ , por simples proporção entre triângulos. Para  $T_i$  tomam-se múltiplos exatos ou aproximados do tempo unitário ( $T_i = \mu \Delta t$ ).

Avaliam-se as precipitações efetivas ( $Pe_i$ ) para cada tempo  $T_i$ , pelo número da curva CN, conforme descrito anteriormente.

Conhecidas as precipitações efetivas ( $Pe_i$ ), calculam-se as chuvas efetivas parciais ( $q_i$ ) para os tempos  $T_i$ , por simples diferença.

$$q_i = Pe_i - Pe_{i-1}$$

A partir das chuvas efetivas parciais  $q_i$ , procede-se à construção da tabela típica do Método do Hidrógrafo Unitário Triangular, na qual os valores das descargas  $Q_i$  para cada tempo  $T_i$  são calculados pela função:

$$Q_i = q_i \mu_1 + q_{i-1} \mu_2 + q_{i-2} \mu_3 + \dots$$

Considera-se como vazão de projeto o valor máximo assumido pelas descargas  $Q_i$ .

Para as bacias com áreas superiores a  $25,0 km^2$  será adotada uma precipitação média, visando considerar os efeitos da distribuição das chuvas por toda a área. Este valor de precipitação média será alcançado através da utilização da fórmula:

---

$$P_m = P \left( 1 - W \log \frac{A}{A_b} \right), \text{ onde:}$$

$P_m$  = Precipitação média na bacia, em mm;

$P$  = Precipitação correspondente à duração  $D_e$ , para o tempo de recorrência  $T_r$ , em mm;

$W$  = 0,1 valor adotado para o Brasil;

$A$  = Área da bacia contribuinte, em  $\text{km}^2$ ;

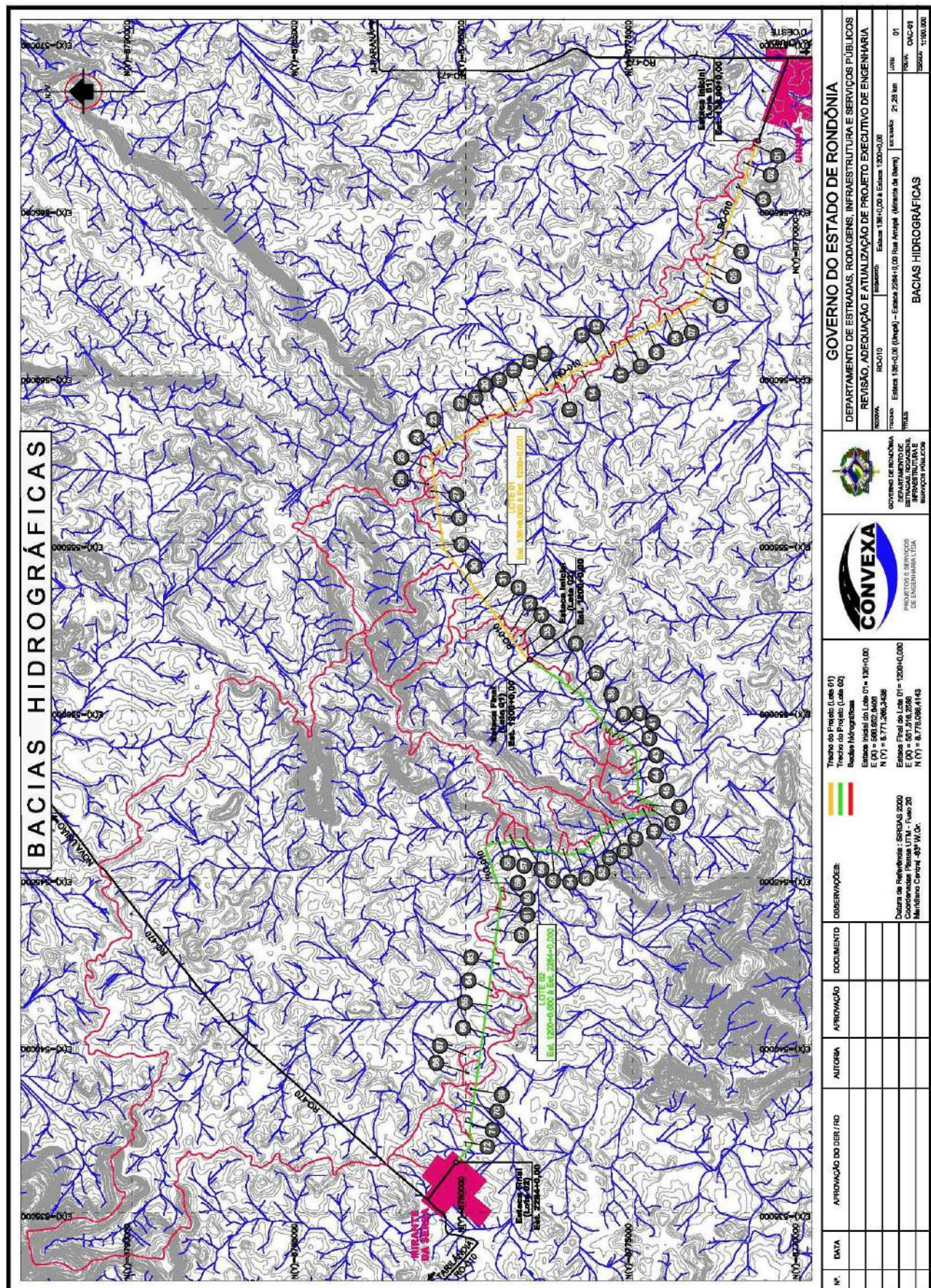
$A_b$  = 25  $\text{km}^2$ , área base considerada neste estudo.

Esta fórmula, segundo o Engenheiro José Jaime Taborga Torrico, em seu livro *Práticas Hidrológicas* apresenta bons resultados quando aplicada no Brasil.

#### 4.5.9 – Apresentação dos resultados

O quadro que resume os estudos realizados para cada bacia considerada importante neste projeto, reunindo os dados relativos às características físicas e geométricas das bacias, seus tempos de concentração e coeficientes de escoamento e ainda os valores obtidos para as vazões de projeto nos tempos de recorrência previstos, são apresentados a seguir, juntamente com o desenho das bacias hidrográficas.







GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

**Revisão, Adequação e Atualização  
de Projeto Executivo de Engenharia**

## 4.6 - ESTUDOS AMBIENTAIS

---

## 4.6 - ESTUDOS AMBIENTAIS

### 4.6.1 – Introdução

Os estudos ambientais foram desenvolvidos com o objetivo de apresentar o Diagnóstico Ambiental, realizado nas faixas de domínio da rodovia RO-010. O objetivo principal desse diagnóstico foi o de verificar, caracterizar e indicar soluções para mitigações de passivos ambientais, incluindo as áreas lindeiras, visando à mensuração das medidas corretivas necessárias, e definindo as metodologias e ações de controle ambiental para inibir, corrigir e reabilitar cada ocorrência verificada.

Estes estudos estão sendo apresentados no Volume 1D – Plano de Controle Ambiental – PCA.



## 5.0 - PROJETOS



## 5.1 - PROJETO GEOMÉTRICO

---

## 5.1 - PROJETO GEOMÉTRICO

### 5.1.1 - Introdução

O projeto geométrico tem por objetivo determinar as características técnicas da obra, tais como raios, rampas e largura da plataforma, de maneira que os traçados sejam considerados como entidades tridimensionais contínuas, de fluentes e gradativas mudanças de direção. A continuidade dos traçados é observada em planta e em perfil, resultando em continuidade no espaço, mediante criteriosa coordenação de elementos planimétricos e altimétricos. Teve como base fundamental os levantamentos realizados nos estudos topográficos e geotécnicos.

### 5.1.2 – Características técnicas

As características técnicas adotadas no Projeto são as seguintes:

#### 5.1.2.1 – Características Operacionais

- Classe: “B”
- Região: Ondulada
- Velocidade diretriz: 60 km/h
- Distância mínima de visibilidade de parada: 75,00m
- Distância de Visibilidade de Ultrapassagem: 350,00m

#### 5.1.2.2 – Características transversais

- |   |               |
|---|---------------|
| ➤ Largura da pista de rolamento                           | : 6,00m       |
| ➤ Largura dos acostamentos (LD/LE)                        | : 1,00m       |
| ➤ Largura p/ assentamento dispositivo de drenagem (LD/LE) | : 1,00m       |
| ➤ Largura da plataforma de pavimentação                   | : 10,00m      |
| ➤ Inclinação da semi-plataforma                           | : 3,00%       |
| ➤ Superelevação máxima                                    | : 8,00%       |
| ➤ Inclinação dos taludes de corte em solo                 | : 1(V):1(H)   |
| ➤ Inclinação dos taludes de corte em rocha                | : 4(V):1(H)   |
| ➤ Inclinação dos taludes de aterro                        | : 1(V):1,5(H) |
| ➤ Largura da faixa de domínio                             | : 30,00m      |

---

### 5.1.2.3 - Superelevação

A superelevação máxima usada nas curvas circulares é de 8% e a mínima de 3%.

#### a) Fórmula empregada

$$Tg\alpha = 0,0044 \frac{V^2}{R}$$

$\alpha$  = ângulo do plano da plataforma superelevação com a horizontal

V = velocidade diretriz = 60 km/h

R = Raio da curva circular (m)

#### b) Aplicação da superelevação

A aplicação foi feita pelo eixo, variando inicialmente a declividade da semi-plataforma externa até alcançar em valor da semi-plataforma interna. Deste ponto em diante as duas semiplataforma sofreram a mesma rotação. Procede-se em sequência inversa na saída da curva.

A variação da superelevação é feita linearmente, em um comprimento total dado pela expressão:

$$L_t = t + L$$

Sendo:

$L_t$  = comprimento total de variação da superelevação

$t$  = comprimento de transição da tangente

$L$  = comprimento de transição da superelevação, ou seja, o comprimento necessário à distribuição da superelevação, desde o ponto onde se anula até seu valor Máximo.

#### b1) – Curvas circulares

Neste caso tem-se:

$L = 750xtg\alpha$ , adotando-se um valor mínimo de 40,00m para L

$$T = \frac{i \times L}{Tg \alpha}$$

Onde:

$i$  = declividade transversal da pista em tangente (m/m)

$L$  = valor obtido conforme exposto anteriormente

$Tg\alpha$  = Superelevação obtida pela fórmula apresentada no subitem a.

O comprimento  $L$  foi aplicado 60% antes e depois do PC e PT respectivamente e 40% para dentro da curva. O comprimento  $T$  foi aplicado antes e depois dos pontos obtidos após a aplicação de 60% de  $L$ . Tais parâmetros foram processados através de programas (software) específicos da área.

#### 5.1.2.4 - Superlargura

A consideração da superlargura demanda um aumento de custo e trabalho, que só é compensado pela eficácia desse acréscimo na largura da pista. Portanto, constatamos que os valores não geram influência na prática, não consideramos a superlargura nas curvas.

#### 5.1.2.5 - Características em Planta

O Projeto Geométrico em planta é apresentado na escala de 1:2000, em folhas padrão A-3, contendo 37,5 estacas cada uma.

Nestes desenhos constam todos os elementos do alinhamento locado, tais como azimutes, estacas dos pontos de curvas, quadros com os elementos de curvas locadas, as amarrações, os RN's implantados, os cadastros físicos com nome dos proprietários, faixa de domínio e os elementos de drenagem.

O sistema de coordenadas empregadas e o controle do alinhamento, foram descritos e apresentados nos Estudos Topográficos.

A seguir são apresentados os resumos das características em planta:

- |                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| • Raio Mínimo               | : 245,000m    |
| • Raio Máximo               | : 3.000,000m  |
| • Frequência do raio mínimo | : 01          |
| • Frequência do raio máximo | : 01          |
| • Extensão em curvas        | : 1.788,902m  |
| • Extensão em tangentes     | : 19.491,098m |

- 
- Extensão total : 21.280,000m

#### 5.1.2.6 – Características em perfil

O Projeto Geométrico em Perfil é apresentado junto às plantas nas escalas 1:2000 na horizontal e 1:200 na vertical onde constam os seguintes elementos: perfil do terreno, greide projetado (pavimentação), comprimento das projeções horizontais das parábolas, declividade das rampas estacas e cotas das estacas inclusive PCVs, PIVs e PTVs elemento de drenagem e furos de sondagem (subleito).

A seguir apresentaremos resumo das características altimétricas, projetado conforme as instruções de serviço IS-208 do DNIT:

#### RO-010 – Lote 01

- Rampa máxima : 5,64%
- Contra-rampa máxima : -5,82%
- Extensão continua rampa máxima : 223,000m
- Extensão continua em contra-rampa máxima : 180,000m
- Extensão em greide reto : 9.557,000m
- Extensão em parábola : 11.723,000m
- Extensão total : 21.280,000m

Os comportamentos do greide com relação às rampas e contra-rampas são apresentados no quadro abaixo:

Rampas (%)	Extensão (m)	% Extensão Total
<b>ASCENDENTES</b>		
$0 < i \leq 1$	4.602,00	21,63%
$1 < i \leq 2$	1.575,00	7,40%
$2 < i \leq 3$	2.339,00	10,99%
$3 < i \leq 4$	783,00	3,68%
$4 < i \leq 5$	1.108,00	5,21%
$5 < i \leq 6$	1.560,00	7,33%
$6 < i \leq 7$		
$7 < i \leq 8$		
<b>EM NÍVEL</b>		
<b>DESCENDENTES</b>		
$-1 < i \leq 0$	2.508,00	11,79%
$-2 < i \leq -1$	295,00	1,39%
$-3 < i \leq -2$	2.297,00	10,79%
$-4 < i \leq -3$	1.300,00	6,11%
$-5 < i \leq -4$	2.236,00	10,51%
$-6 < i \leq -5$	677,00	3,18%
$-7 < i \leq -6$		
$-8 < i \leq -7$		
<b>Total</b>	<b>21.280,00</b>	<b>100,00%</b>

## 5.2 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM

---

## **5.2 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

### **5.2.1 - Introdução**

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado de acordo com o Termo de Referência – Anexo do contrato.

### **5.2.2 - Objetivo**

O Projeto de terraplanagem teve por finalidade, a avaliação onde se faz necessário, a distribuição de material proveniente de corte por compensação longitudinal bota-dentro, empréstimo e bota-fora para que o aterro do subleito atinja a cota de projeto.

Para a consecução destes objetivos, o projeto de terraplenagem foi apoiado nos seguintes elementos básicos:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Ambientais;
- Estudos Geométricos.

Os itens acima foram devidamente analisados, manipulados, interpretados e se redundando em quantificação e qualificação dos serviços constantes do Projeto de Terraplenagem. Estas quantificações são expressas através de desenhos, quadros e textos de definições e recomendações que compõem e constituem a expressão do presente projeto.

### **5.2.3 - Elementos Básicos**

#### **5.2.3.1 - Estudos Topográficos e Projeto Geométrico**

Estes estudos forneceram todas as informações métricas em planta, perfil e seções transversais, tanto no terreno existente quanto do terrapleno projetado, para permitir a quantificação dos volumes a movimentar e a elaboração de notas de serviço de terraplenagem e cálculo de volumes.

#### **5.2.3.2- Estudos Geotécnicos**

Estes estudos forneceram os dados necessários à qualificação dos materiais a serem



---

movimentados provenientes de corte e caixas de empréstimo a serem usados nos aterros; como também o fator de contração corte / aterro. A consultora após análise preliminar do estudo do subleito constatou a má qualidade do solo ao longo de todo o trecho.

### **5.2.3.3 – Seções transversais tipos e taludes**

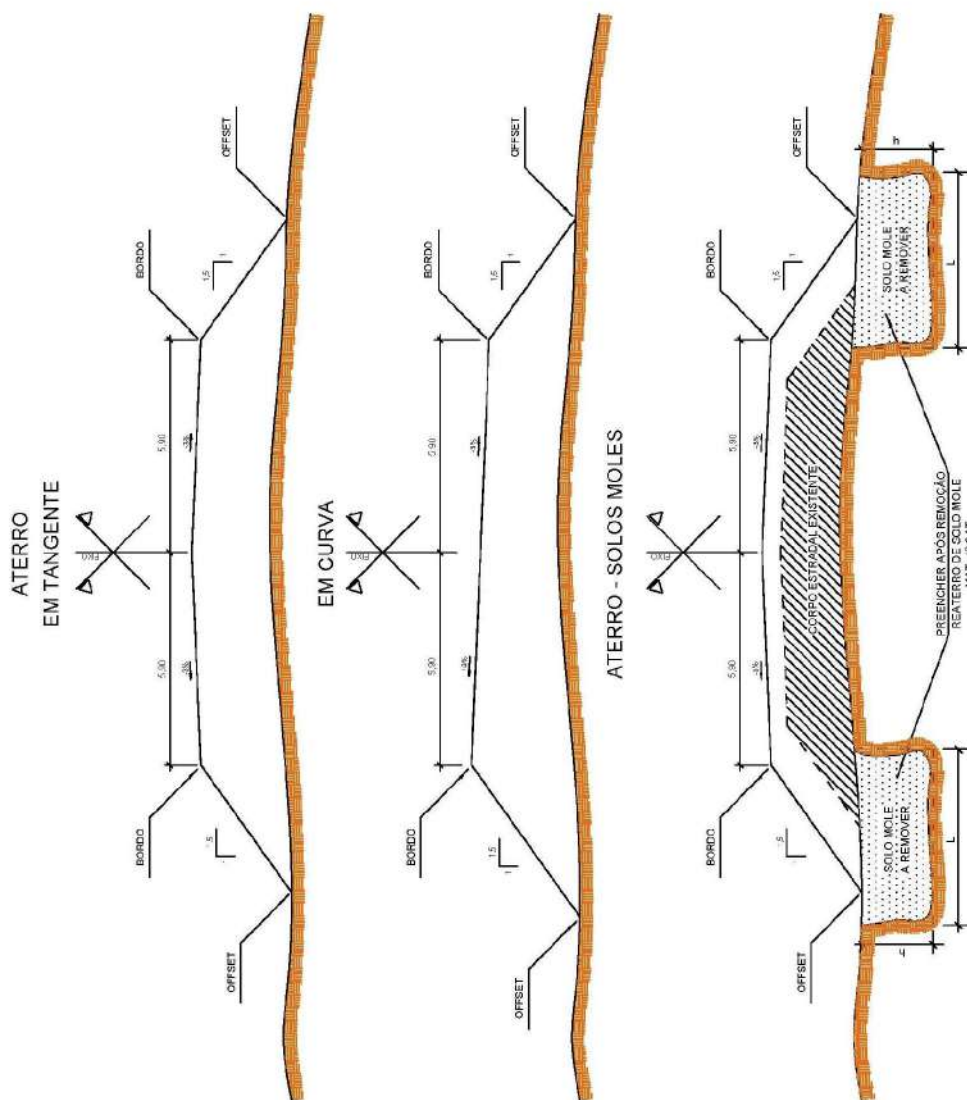
A seção tipo básica de terraplenagem será a seguinte:

- Corte / Aterro: 11,80m (Trecho simples)
- Corte / Aterro: 17,80m (Trecho c/ alargamento de pista)

Foram adotadas para os taludes as seguintes inclinações:

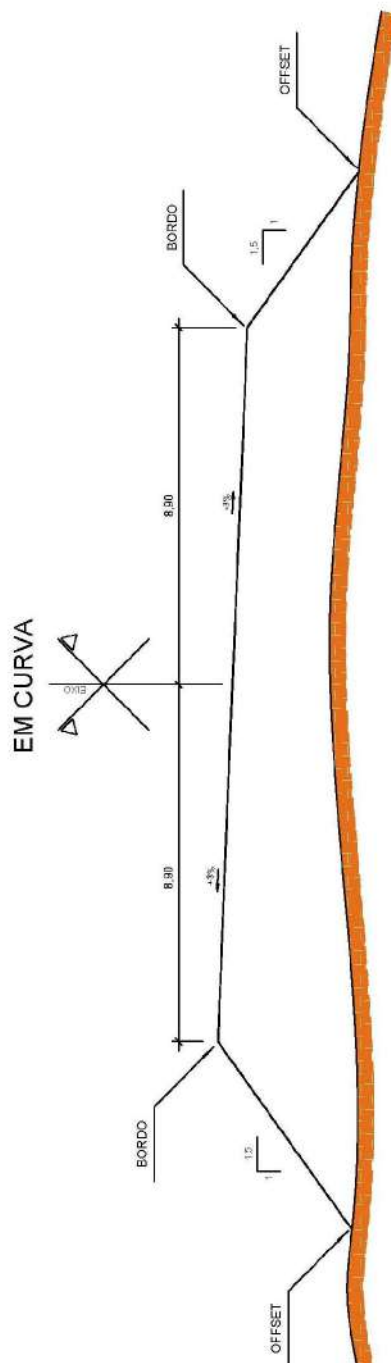
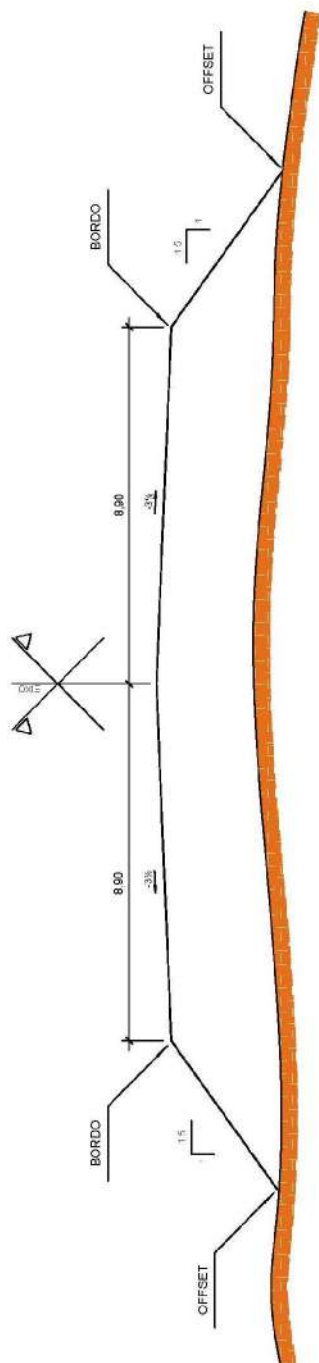
- Corte em Solo: 1,0(V) / 1,0(H)
- Corte em Rocha: 4,0(V) / 1,0(H)
- Aterro em Solo: 1,0(V) / 1,5(H)

## SEÇÃO TIPO DE TERRAPLENAGEM

[illegible]

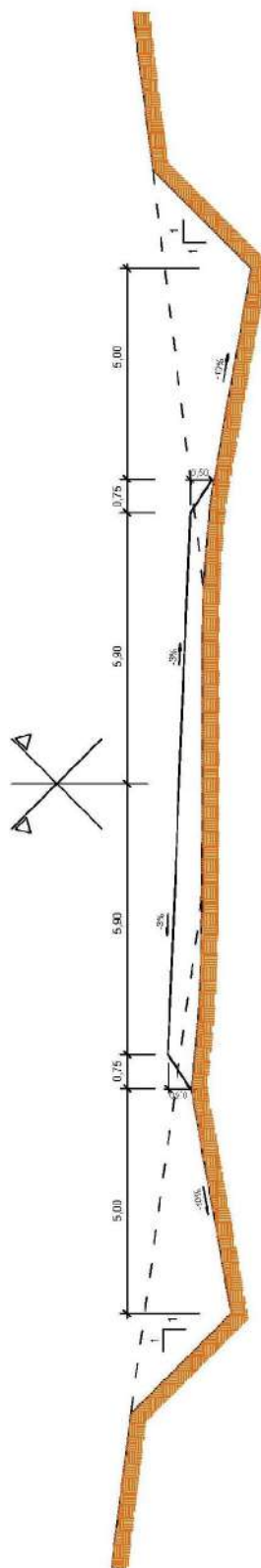
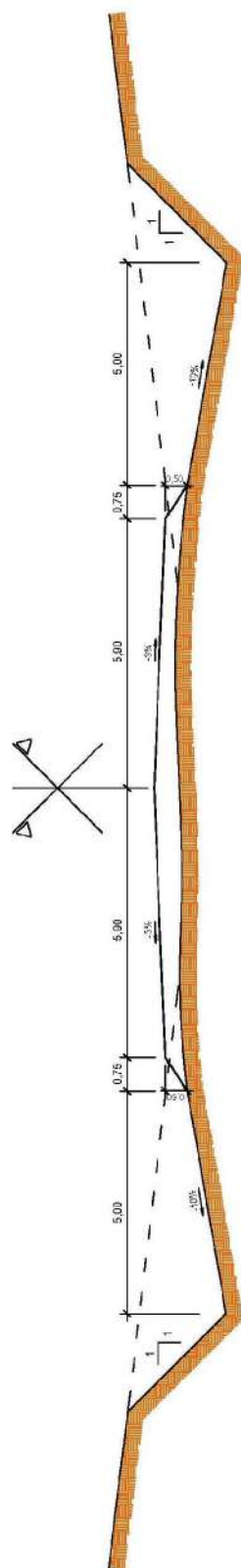
[illegible]

ATERRO COM ALARGAMENTO DE PISTA  
EM TANGENTE

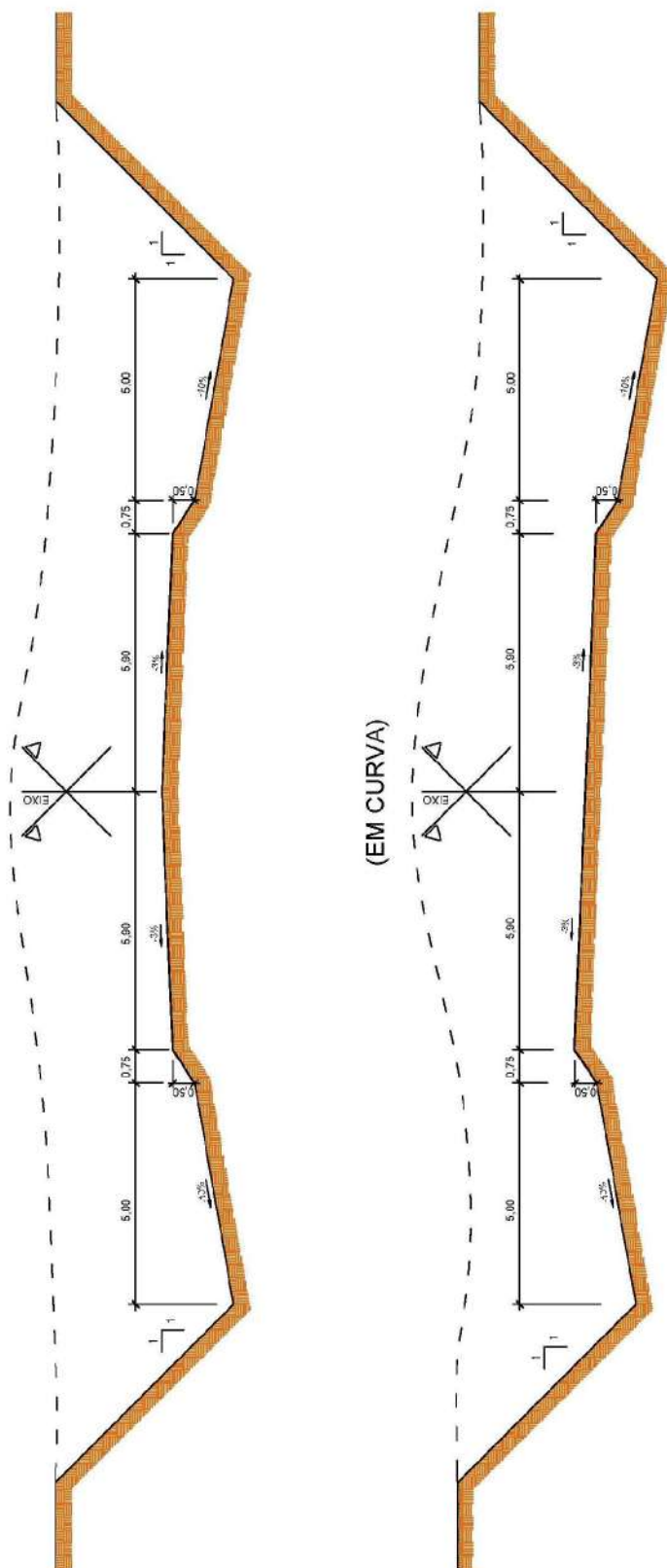


Nº	DATA	APROVAÇÃO DO DER/RO	AUTORIA	APROVAÇÃO	DOCUMENTO	OBSERVAÇÕES:												
						<div><div><div><p>GOVERNO DE RONDÔNIA GOVERNADOR ESTRADAS RONDÔNIA SECRETARIA DE OBRAS ASSISTÊNCIA TÉCNICA</p></div><div><p><b>CONVEXA</b> PRODUTOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA</p></div></div><div><p style="text-align: center;"><b>GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA</b></p><p style="text-align: center;"><b>DEPARTAMENTO DE ESTRADAS, RODAGENS, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS</b></p><p style="text-align: center;"><b>REVISÃO, ADEQUAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA</b></p><table><tr><td>PROPOSTA:</td><td>PROJETO:</td><td>ESTRADA - RUA 1003 A STRADA 120040 00E</td></tr><tr><td>LOCAL: Estrada 1084+000 (Lupiro) - Estrada 2284+000 (Ruia Amado (Monte da Serra))</td><td>PROJETO:</td><td>ESTRADA - 31,28 km</td></tr><tr><td>TIPO:</td><td></td><td>TRF 3</td></tr><tr><td></td><td></td><td>RECLASS. 3 100</td></tr></table><p style="text-align: center;"><b>SEÇÃO TIPO DE TERRAPLENAGEM</b></p></div></div>	PROPOSTA:	PROJETO:	ESTRADA - RUA 1003 A STRADA 120040 00E	LOCAL: Estrada 1084+000 (Lupiro) - Estrada 2284+000 (Ruia Amado (Monte da Serra))	PROJETO:	ESTRADA - 31,28 km	TIPO:		TRF 3			RECLASS. 3 100
PROPOSTA:	PROJETO:	ESTRADA - RUA 1003 A STRADA 120040 00E																
LOCAL: Estrada 1084+000 (Lupiro) - Estrada 2284+000 (Ruia Amado (Monte da Serra))	PROJETO:	ESTRADA - 31,28 km																
TIPO:		TRF 3																
		RECLASS. 3 100																

ATERRO COM EMP. LATERAL TIPO VALETÃO  
(EM TANGENTE)

[illegible]

CORTE COM EMP. LATERAL TIPO VALETÃO  
(EM TANGENTE)

[illegible]



---

#### **5.2.4 - Serviços Preliminares**

Compreendem a locação da obra e o conjunto de operações a serem realizados, com a finalidade de preparar a faixa destinada à implantação do corpo estradal e as áreas correspondentes aos empréstimos e jazidas, onde serão executados todos os serviços previstos no projeto ou indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Consideram-se serviços preliminares os seguintes:

- Instalação de Canteiro de Obras e Acampamento;
- Mobilização e desmobilização de Pessoal;
- Mobilização e desmobilização de Equipamentos Rodantes;
- Mobilização e desmobilização de Equipamentos Pesados;
- Administração Local;
- Locação da obra;
- Desmatamento;
- Destocamento e limpeza.

#### **5.2.5 - Serviços Básicos**

Os serviços básicos do Projeto de terraplenagem são as execuções de cortes e aterros.

##### **5.2.5.1 - Corte**

O estudo e projeto dos cortes visam sobre tudo, à determinação das inclinações dos seus taludes, tendo em vista as condições geotécnicas da região atravessada, como também atingir através do greide de projeto, rampas compatíveis com a classe da rodovia.

Ressaltamos que ao longo do trecho foram adotados alargamentos de cortes com o objetivo de conseguir uma boa visibilidade, aproveitando o material para o corpo de aterro e também melhorar o sistema de drenagem superficial.

Quando, ao nível da plataforma dos cortes, independente da expansibilidade e capacidade de suporte, será realizado o rebaixamento (remoção do material do subleito) cuja espessuras adotadas é de 0,40m e 0,60m, conforme necessidade local. Para tal procedimento será reconstituída a espessura escavada com a execução de novas camadas,



constituídas de materiais selecionados, para que assim se atinja o grau de compactação recomendado (100% proctor intermediário).

#### **5.2.6.2 – Aterros**

Pelas características geotécnicas e do greide de projeto, os corpos dos aterros deverão ser executados nas suas camadas com material proveniente dos cortes, alargamentos de cortes e empréstimos laterais e empréstimos concentrados, e no momento da execução, deverá ser observado os materiais que apresentarem melhores características de suporte e menores valores de expansão, para utilização preferencialmente, nas camadas superiores dos aterros (último 60cm).

#### **5.2.6 – Serviços de terraplenagem**

No caso específico de obras de infraestrutura terrestres, são ainda necessárias a realização de operações preliminares, tais como o desmatamento, destocamento e limpeza das áreas e abertura e manutenção de caminhos de serviço.

As operações principais de terraplenagem, excetuando-se a compactação dos aterros, podem ser realizadas por apenas um equipamento, como no caso dos tratores de esteira em pequenas distâncias, ou por patrulhas constituídas por diferentes equipamentos, como na utilização combinada de unidades escavo carregadoras (escavadeiras e carregadeiras) e de transporte (caminhões).

##### **5.2.6.1 – Desmatamento, destocamento e limpeza**

No trecho em questão há a necessidade do serviço de desmatamento, compreendendo o corte e a remoção da vegetação existente no terreno, sendo adotado o método conforme porte das árvores a serem retiradas. Para árvores com até 0,15 m de diâmetro, a remoção mecanizada da vegetação e a limpeza do terreno deverão ser executados simultaneamente, sendo esse serviço medido por área (m<sup>2</sup>), em função da área efetivamente trabalhada.

O corte e a remoção de árvores de diâmetro igual ou superior a 0,15 m são medidos isoladamente, em função das unidades efetivamente destocadas e consideradas em dois conjuntos: árvores com diâmetro compreendido entre 0,15 m e 0,30 m e árvores com

---

diâmetro superior a 0,30 m. Importa destacar que o diâmetro das árvores devem ser medido a um metro de altura do nível do terreno.

O material resultante dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza será removido para bota-foras, previamente ao início das escavações de terraplenagem ou exploração de fontes de material de construção por meio de operações que permitam a redução de suas dimensões e a sua estocagem para posterior mistura aos solos férteis da camada superficial do terreno.

Essa mistura deve ser utilizada na recomposição de áreas degradadas pelas obras, obedecendo aos critérios definidos nos condicionantes ambientais. Não é permitida a permanência de entulho nas adjacências do corpo estradal e em situações que prejudiquem a operação e o sistema de drenagem natural.

A remoção ou estocagem dependerá de eventual utilização a ser definida pela fiscalização e pelos condicionantes das licenças ambientais. A remoção e o transporte de material proveniente do desmatamento, destocamento e limpeza não serão considerados para fins de medição, desde que as distâncias de transporte sejam inferiores a 30 metros.

DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA DE ÁREAS COM ÁRVORES DIÂMETRO ATÉ 0,15 M														
ESTACA		COMPRIMENTO (m)		ÁREAS (m²)		OBSERVAÇÕES	ESTACA		COMPRIMENTO (m)	LARGURAS (m)		ÁREAS (m²)	OBSERVAÇÕES	
INICIAL	FINAL	TOTAL	ESQUERDA	DIREITA	INICIAL		FINAL	ESQUERDA		DIREITA	TOTAL			
RO-010 - LOTE 01														
136	0,000	141	0,000	13,02	1.302,00		426	0,00	431	0,00	6,99	6,70	13,59	1.359,00
141	0,000	145	0,000	15,27	1.527,00		431	0,00	436	0,00	8,29	7,96	16,15	1.615,00
145	0,000	151	0,000	17,29	1.729,00		436	0,00	441	0,00	7,90	7,56	15,36	1.536,00
151	0,000	155	0,000	16,35	1.635,00		441	0,00	446	0,00	8,17	7,54	15,71	1.571,00
155	0,000	161	0,000	13,96	1.396,00		446	0,00	451	0,00	6,08	6,30	12,68	1.268,00
161	0,000	165	0,000	16,61	1.661,00		451	0,00	456	0,00	8,25	8,50	16,75	1.675,00
165	0,000	170	0,000	12,94	1.294,00		456	0,00	461	0,00	6,54	6,99	13,43	1.343,00
170	0,000	175	0,000	13,52	1.352,00		461	0,00	466	0,00	6,55	7,59	14,14	1.414,00
175	0,000	181	0,000	16,41	1.641,00		466	0,00	471	0,00	8,99	8,43	16,99	1.699,00
181	0,000	185	0,000	13,21	1.321,00		471	0,00	476	0,00	9,19	8,93	18,12	1.812,00
185	0,000	191	0,000	13,63	1.363,00		476	0,00	481	0,00	7,73	7,49	15,22	1.522,00
191	0,000	195	0,000	12,60	1.260,00		481	0,00	486	0,00	7,15	6,18	13,33	1.333,00
195	0,000	201	0,000	12,48	1.248,00		486	0,00	491	0,00	7,06	6,33	13,39	1.339,00
201	0,000	205	0,000	12,62	1.262,00		491	0,00	496	0,00	7,04	6,66	13,70	1.370,00
205	0,000	211	0,000	13,59	1.359,00		496	0,00	501	0,00	7,07	6,94	14,01	1.401,00
211	0,000	215	0,000	12,77	1.277,00		501	0,00	506	0,00	6,29	6,20	12,49	1.249,00
215	0,000	221	0,000	15,97	1.597,00		506	0,00	511	0,00	6,91	6,40	13,31	1.331,00
221	0,000	225	0,000	15,31	1.531,00		511	0,00	516	0,00	7,49	7,59	15,26	1.526,00
225	0,000	230	0,000	15,18	1.518,00		516	0,00	521	0,00	7,49	7,43	14,92	1.492,00
230	0,000	235	0,000	13,41	1.341,00		521	0,00	526	0,00	6,52	6,50	13,02	1.302,00
235	0,000	240	0,000	12,50	1.250,00		526	0,00	531	0,00	9,77	9,37	19,14	1.914,00
240	0,000	245	0,000	15,09	1.509,00		531	0,00	536	0,00	10,00	10,19	20,19	2.019,00
245	0,000	251	0,000	13,71	1.371,00		536	0,00	541	0,00	9,21	9,76	18,97	1.897,00
251	0,000	255	0,000	12,47	1.247,00		541	0,00	546	0,00	10,54	11,32	22,26	2.226,00
255	0,000	261	0,000	13,38	1.338,00		546	0,00	551	0,00	8,60	7,92	16,52	1.652,00
261	0,000	265	0,000	13,79	1.379,00		551	0,00	556	0,00	8,32	7,76	16,11	1.611,00
265	0,000	271	0,000	17,48	1.748,00		556	0,00	561	0,00	6,33	6,52	12,85	1.285,00</



DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA DE ÁREAS COM ÁRVORES DIÂMETRO ATÉ 0,15 M												
RO-010 - LOTE 01												
Nº	ESTACA		COMPRIMENTO (m)	ESQUERDA	LARGURAS (m)		ÁREAS (m²)	OBSERVAÇÕES	ESTACA		COMPRIMENTO (m)	OBSERVAÇÕES
	INICIAL	FINAL			ESQUERDA	DIREITA			INICIAL	FINAL		
716	0,000	721	0,000	6,37	6,84	13,31	1.331,00		1008	0,00	1011	0,00
721	0,000	726	0,000	6,39	6,89	13,68	1.368,00		1011	0,00	1018	0,00
726	0,000	731	0,000	6,19	6,10	12,29	1.229,00		1018	0,00	1021	0,00
731	0,000	736	0,000	6,45	6,31	12,76	1.276,00		1021	0,00	1028	0,00
736	0,000	741	0,000	6,91	7,01	13,92	1.392,00		1028	0,00	1031	0,00
741	0,000	746	0,000	7,38	8,36	16,34	1.634,00		1031	0,00	1038	0,00
746	0,000	751	0,000	8,40	7,92	16,32	1.632,00		1038	0,00	1041	0,00
751	0,000	756	0,000	7,51	8,26	15,77	1.577,00		1041	0,00	1048	0,00
756	0,000	761	0,000	6,59	6,56	13,15	1.315,00		1048	0,00	1051	0,00
761	0,000	766	0,000	6,82	6,88	13,70	1.370,00		1051	0,00	1058	0,00
766	0,000	771	0,000	7,59	6,71	14,30	1.430,00		1058	0,00	1061	0,00
771	0,000	776	0,000	6,35	6,37	12,72	1.272,00		1061	0,00	1068	0,00
776	0,000	781	0,000	6,21	6,36	12,57	1.257,00		1068	0,00	1071	0,00
781	0,000	786	0,000	6,41	6,98	13,39	1.339,00		1071	0,00	1078	0,00
786	0,000	791	0,000	6,47	6,49	12,96	1.296,00		1078	0,00	1081	0,00
791	0,000	796	0,000	6,70	6,17	12,87	1.287,00		1081	0,00	1088	0,00
796	0,000	801	0,000	7,10	6,50	13,60	1.360,00		1088	0,00	1091	0,00
801	0,000	806	0,000	6,48	6,45	12,91	1.291,00		1091	0,00	1098	0,00
806	0,000	811	0,000	8,44	8,20	16,64	1.664,00		1098	0,00	1101	0,00
811	0,000	816	0,000	8,23	6,94	15,17	1.517,00		1101	0,00	1108	0,00
816	0,000	821	0,000	7,77	7,70	14,47	1.447,00		1108	0,00	1111	0,00
821	0,000	826	0,000	6,81	7,54	14,15	1.415,00		1111	0,00	1118	0,00
826	0,000	831	0,000	6,37	7,25	13,62	1.362,00		1118	0,00	1121	0,00
831	0,000	836	0,000	7,30	7,74	15,04	1.504,00		1121	0,00	1128	0,00
836	0,000	841	0,000	6,83	7,15	13,98	1.398,00		1128	0,00	1131	0,00
841	0,000	846	0,000	6,34	7,59	13,63	1.363,00		1131	0,00	1138	0,00
846	0,000	851	0,000	6,32	6,42	12,74	1.274,00		1138	0,00	1141	0,00
851	0,000	856	0,000	6,72	6,15	12,87	1.287,00		1141	0,00	1148	0,00
856	0,000	861	0,000	6,87	6,27	12,94	1.294,00		1148	0,00	1151	0,00
861	0,000	866	0,000	7,81	6,74	14,55	1.455,00		1151	0,00	1158	0,00
866	0,000	871	0,000	7,19	6,28	13,47	1.347,00		1158	0,00	1161	0,00
871	0,000	876	0,000	7,27	6,49	13,76	1.376,00		1161	0,00	1168	0,00
876	0,000	881	0,000	9,88	8,88	18,76	1.876,00		1168	0,00	1171	0,00
881	0,000	886	0,000	9,76	8,72	18,48	1.848,00		1171	0,00	1178	0,00
886	0,000	891	0,000	12,60	11,77	24,37	2.437,00		1178	0,00	1181	0,00
891	0,000	896	0,000	8,63	9,57	18,20	1.820,00		1181	0,00	1188	0,00
896	0,000	901	0,000	8,29	9,36	17,65	1.765,00		1188	0,00	1191	0,00
901	0,000	906	0,000	8,87	8,06	16,93	1.693,00		1191	0,00	1198	0,00
906	0,000	911	0,000	8,30	8,47	16,77	1.677,00		1198	0,00	1201	0,00
911	0,000	916	0,000	9,30	9,55	18,85	1.885,00		1201	0,00	1208	0,00
916	0,000	921	0,000	7,36	7,72	15,08	1.508,00		1208	0,00	1211	0,00
921	0,000	926	0,000	9,42	9,58	19,00	1.900,00		1211	0,00	1218	0,00
926	0,000	931	0,000	7,80	7,66	15,46	1.546,00		1218	0,00	1221	0,00
931	0,000	936	0,000	7,43	7,36	14,79	1.479,00		1221	0,00	1228	0,00
936	0,000	941	0,000	8,59	8,77	17,36	1.736,00		1228	0,00	1231	0,00
941	0,000	946	0,000	7,37	7,22	14,59	1.459,00		1231	0,00	1238	0,00
946	0,000	951	0,000	6,76	6,62	13,38	1.338,00		1238	0,00	1241	0,00
951	0,000	956	0,000	7,23	6,55	13,78	1.378,00		1241	0,00	1248	0,00
956	0,000	961	0,000	6,83	6,92	13,75	1.375,00		1248	0,00	1251	0,00
961	0,000	966	0,000	11,03	10,81	21,84	2.184,00		1251	0,00	1258	0,00
966	0,000	971	0,000	10,68	11,69	22,37	2.237,00		1258	0,00	1261	0,00
971	0,000	976	0,000	7,18	7,81	14,99	1.499,00		1261	0,00	1268	0,00
976	0,000	981	0,000	6,37	6,19	13,16	1.316,00		1268	0,00	1271	0,00
981	0,000	986	0,000	6,96	7,46	14,42	1.442,00		1271	0,00	1278	0,00
986	0,000	991	0,000	7,11	7,16	14,27	1.427,00		1278	0,00	1281	0,00
991	0,000	996	0,000	7,29	6,90	13,68	1.368,00		1281	0,00	1288	0,00
996	0,000	1001	0,000	7,52	7,40	14,92	1.492,00		1288	0,00	1291	0,00
1001	0,000	1006	0,000	7,05	8,16	16,11	1.611,00		1291	0,00	1298	0,00
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
TOTAL GERAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (1+2+3+4)							87.776,00		SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (4)			
SUBTOTAL DE DESMATAMENTO, DESTOC. LIMPEZA (3)												

---

### 5.2.6.2 – Cortes

O início e o desenvolvimento dos serviços de escavação dos cortes devem obedecer à programação de obras estabelecida na distribuição de massas indicada no projeto. Atendida esta condição, as operações de cortes devem ser executadas, após devida autorização da Fiscalização, mediante a utilização dos equipamentos propostos no projeto.

As escavações dos cortes devem ser subordinadas aos elementos técnicos fornecidos ao executante, constantes das Notas de Serviço elaboradas. O transporte e deposição deverá ocorrer de forma adequada aos materiais escavados para aterros, bota-foras ou “praças de depósito provisório”, conforme definido no Projeto. Cabe observar que apenas devem ser transportados, para constituição dos aterros, os materiais que, pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações da execução dos aterros.

A retirada das camadas de má qualidade, visando o preparo do subleito, de acordo com o projeto, devem ser transportados para locais previamente indicados, de modo a não causar transtorno à obra em caráter temporário ou definitivo.

Em todos os cortes devem ser executados os seus rebaixamentos, visando atingirem as condições mínimas de compactação alcançando o grau de compactação recomendado, 100% proctor intermediário. Nos cortes em rochas sãs ou em decomposição, especificamente, deve-se promover o rebaixamento do greide, da ordem de 0,40 m, e o preenchimento do rebaixo com material indicado na distribuição de massas deste projeto (reaterro de corte). Em todos os casos, materiais de 1ª, 2ª e 3ª categorias, devem-se proceder à execução de novas camadas, constituídas de materiais selecionados.

Os taludes dos cortes devem apresentar, após a operação de terraplenagem, a inclinação indicada no projeto, sendo que, qualquer alteração da inclinação só deve ser efetivada, caso o controle tecnológico, durante a execução, a fundamentar. Os taludes devem se apresentar com a superfície devidamente desempenada, obtida pela normal utilização do equipamento de escavação.

Durante as operações de escavação devem ser tomados os cuidados especiais, no sentido de que a medida que os cortes venham sendo executados, os taludes se apresentem sempre com a devida inclinação. À medida que os cortes forem sendo

---

rebaixados, a inclinação do talude deve ser acompanhada e verificada, mediante a utilização de gabarito apropriado e procedendo-se as eventuais correções.

Não é permitida a presença de blocos de rocha nos taludes que possam colocar em risco a segurança do trânsito. Na execução dos cortes em rochas devem ser tomados os seguintes cuidados, objetivando a segurança do pessoal e dos equipamentos:

- Estabelecer um horário rígido de detonação, com horas certas de fogo, e cumpri-lo à risca;
- Não trabalhar com explosivos à noite;
- Abrigar bem o equipamento e fazer com que o pessoal se proteja, de modo que as pedras da explosão não o atinjam;
- Avisar a comunidade local e ao tráfego usuário, eventualmente existente, e colocar vigias para evitar a aproximação de pessoal estranho nas vizinhanças do corte na hora da explosão;
- Não permitir a permanência de pessoas estranhas ao serviço durante qualquer fase do ciclo, pois todas elas são perigosas;
- Somente permitir o manuseio de explosivo por pessoa habilitada e usar sempre as mesmas pessoas nesse serviço, e num número o mais reduzido possível (somente o estritamente necessário);
- Somente trazer do depósito a quantidade de explosivo necessária à detonação, não permitindo sobras. No caso de haver qualquer excesso, por erro de cálculo na quantidade, esse material, inclusive os acessórios (espoleta, estopim, etc.), deve ser levado de volta ao paiol, antes da detonação.

Nos cortes em que, eventualmente, vierem a ocorrer deslizamentos, devem ser executados o terraceamento e respectivas obras de drenagem dos patamares, bem como o revestimento das saias dos taludes, para proteção contra a erosão. Quando necessário, antes da aplicação do revestimento de proteção, a saia do talude deve ser compactada.

No caso de acentuada interferência com o tráfego usuário, e desde que este acuse significativa magnitude, o transporte dos materiais dos cortes para os locais de deposição deverá ser efetivado, obrigatoriamente, por caminhões basculantes.

---

### 5.2.6.3 – Aterros

No tocante aos segmentos em aterro a ser implantado, as respectivas marcações do eixo e dos “Off sets”, bem como as referências de nível (RN), já devidamente atendido aos serviços preliminares, devem, após as operações de desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas.

Neste sentido, e em consequência, deve ser procedido novo levantamento de seções transversais, de forma solidária com os RN instituídos no Projeto. Tais seções transversais constituir-se-ão, então, nas seções primitivas a serem efetivamente consideradas, para efeito de elaboração e de marcação da Nota de Serviço de Terraplanagem, do controle geométrico dos serviços e da medição dos serviços executados.

A execução dos aterros deve ser procedida, depois da devida autorização da Fiscalização, mediante a utilização dos equipamentos propostos no projeto. Descarga, espalhamento em camadas, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados procedentes de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo do aterro até a cota correspondente ao greide de terraplenagem, e/ou destinados a substituir eventualmente os materiais de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros.

No caso de aterros assentes sobre encostas com inclinação transversal acentuada, de acordo com o projeto, as encostas naturais devem ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível. Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais para a solidarização do aterro ao terreno natural, a Fiscalização pode exigir a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada.

O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal, e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação, de acordo com o previsto no projeto. Para o corpo dos aterros, a espessura de cada camada compactada não deve ultrapassar de 0,30 m. Para as camadas finais essa espessura não deve ultrapassar de 0,20 m.

Na execução dos aterros, deve ser cuidadosamente controlada e verificada a inclinação dos taludes, tanto com o uso de esquadro ou gabarito apropriado, bem como pelas referências laterais. Na execução de aterros sobre solos de baixa resistência, solos



---

moles e conforme previsto no projeto, as remoções de tais solos devem ser adotadas os seguintes procedimentos:

- Iniciar as escavações para remoção dos solos moles no local exato determinado pela Fiscalização, a qual também determinará, face aos resultados das escavações, o término das mesmas, sempre com a orientação pré-determinada no projeto.
- Escavar em nichos de, no máximo, 10,0 metros ao longo do eixo e 5,0 metros perpendiculares ao eixo da rodovia;
- Reaterrar os nichos logo após concluída a escavação;
- Evitar rebaixar o nível de água dentro da escavação, ou seja, a escavação deve ser feita de forma lenta o suficiente para evitar que o equipamento de escavação remova água, mas o mais rápido possível para minimizar o tempo de escavação aberta;
- Sob nenhuma hipótese deve se admitir que qualquer escavação seja deixada aberta durante paralisações de construção, ou mesmo interrupções não previstas;
- Os taludes da escavação devem ser o mais íngreme possível e mantendo a estabilidade; O material removido deve ser depositado convenientemente ao lado da rodovia, ou, outro local qualquer definido pela Fiscalização, e provido de diques de retenção dos materiais, de forma que a água contida no solo se esvaia, permitindo uma pré-secagem do solo antes do mesmo ter sua conformação definitiva, ou ser transportado para os locais de bota-fora ou de recomposição de empréstimos, conforme designado no Projeto.

Os aterros de acesso próximos dos encontros da ponte sobre o Rio Azul, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, devem ser compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, sapos mecânicos etc. A execução deve ser em camadas, com as mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade conforme os demais corpos dos aterros, e atendendo ao preconizado no projeto.

#### **5.2.6.4 – Escavação Carga e Transporte com Escavadeira Hidráulica e Caminhão**

Para o presente projeto foi adotado a utilização da escavadeira hidráulica nas operações de escavação e carga de materiais em virtude de sua versatilidade e economicidade na execução do serviço. A composição deste serviço ocorrerá em função de uma patrulha constituída por uma escavadeira hidráulica de 1,5 m<sup>3</sup> e de caminhões basculantes de 14,0 m<sup>3</sup>, por se constituir na combinação mais vantajosa e frequente nas obras de construção de vias terrestres.

#### **5.2.6.5 – Escavação Carga e Transporte em Materiais de 3ª Categoria**

As operações de escavação em materiais de 3ª categoria devem ser realizadas por meio da abertura de um certo número de furos no greide, carregando-os com explosivos e detonando-os numa ordem pré-determinada. A locação e a direção dos furos, a quantidade ou razão de carga dos explosivos e a sequência de detonação constituem o chamado "plano de fogo".

O plano de fogo compreende a execução de 28 furos com 2 m de afastamento e 2,50 m de espaçamento, com o comprimento da furação igual a 5,60 m, ou seja, com 0,60 m de subfuração. No referido plano será considerado ainda a exploração de cortes de rocha com 5 m de altura de bancada, com a perfuração sendo realizada por perfuratriz sobre esteiras e furos com diâmetro de 64 mm.

Na execução de serviços de desmonte no greide da rodovia será considerada a execução prévia de pré-fissuramentos laterais na bancada. Os serviços de escavação, carga e transporte de materiais de 3ª categoria serão medidos em m<sup>3</sup>, em função do volume de material extraído, medido e avaliado no corte (volume "in natura"), e da distância de transporte percorrida entre o corte e o local de deposição.

#### **5.2.6.6 – Escavação, Carga e Transporte de Solos Moles**

Os solos moles verificados ao longo do trecho estão relacionados à depósitos de materiais predominantemente argilosos, com elevado teor de matéria orgânica, em áreas alagadiças, ou seja, existem solos no decorrer do segmento notadamente caracterizado por apresentar resistência ao cisalhamento extremamente baixa, alta compressibilidade, baixa tensão admissível (inferior a 0,5 kg/cm<sup>2</sup>) e relativa homogeneidade em toda a profundidade do depósito.

Devido a essas propriedades, a escavação de solos moles deverá ser realizada com escavadeiras hidráulicas dotadas de esteiras com sapatas largas, objetivando reduzir a pressão de contato aplicada ao solo. Além disso, seu transporte deverá ser realizado com caminhões dotados de caçambas estanques para impedir a perda de material durante o deslocamento.

Importa ainda destacar que a classificação destes solos moles se limitou apenas aos materiais caracterizados pela baixa resistência à penetração, pela baixa resistência ao cisalhamento e pela baixa tensão admissível, conforme limites e definições dos normativos vigentes, não sendo estendida aos demais solos saturados existentes no trecho, seja pela elevação do lençol freático ou pela incidência de chuvas, e que não apresentam as mesmas dificuldades de escavação e transporte.

#### **5.2.6.7 – Cálculo de Volumes**

Os cálculos dos volumes na operação de terraplenagem, serão realizados por planilhas eletrônicas e através de software desenvolvido para projetos rodoviários (AutoCad Civil 3D).

Os dados de entrada para a execução do cálculo de volumes são:

- Cotas do nivelamento
- Seções transversais do terreno
- Elementos do alinhamento (projeto em planta)
- Elementos do projeto vertical (greide projetado)
- Seções transversais do projeto
- Inclinação dos taludes de corte e aterro

O relatório de volumes apresenta os seguintes dados:

- Estaqueamento inteiro e fracionário
- Áreas parciais de corte e aterros
- Semi-distâncias entre as estacas
- Volumes parciais de cortes e aterros
- Volumes acumulados de cortes e aterros

#### 5.2.6.7.1 – Fatores de Correção

É de grande importância para as operações de terraplenagem, tanto no que respeita à etapa de projeto como à própria construção, que se tenha o adequado conhecimento das **variações volumétricas** ocorrentes durante a movimentação dos materiais envolvidos.

Classificação dos Materiais		Carregadeira	Caminhão
Materiais de 1ª categoria	F <sub>ca</sub>	0,90	1,00
	F <sub>e</sub>	0,83	0,83
	F <sub>cv</sub>	0,80	0,80
Materiais de 3ª categoria	F <sub>ca</sub>	0,70	0,90
	F <sub>e</sub>	0,83	0,83
	F <sub>cv</sub>	0,57	0,57

**Tabela 01** - Fatores de carga, eficiência e conversão adotados nos serviços de terraplenagem.

#### 5.2.6.7.2 – Massas Específicas dos Materiais

O comportamento de um solo é diretamente influenciado pela quantidade relativa de cada uma destas três fases em seu interior. Para conhecimento das propriedades de resistência, permeabilidade e deformabilidade dos solos torna-se necessária a definição de índices para expressar as proporções entre elas.

Dentre os principais índices podemos destacar a umidade (relação entre o peso da água e o peso dos sólidos), o índice de vazios (relação entre o volume de vazio e o volume das partículas sólidas), a porosidade (relação entre volume de vazios e o volume total), grau de saturação (relação entre o volume de água e o volume de vazios) e as massas específicas (relação entre a massa e o volume).

Quando se procede a escavação de um terreno, os solos que anteriormente se encontravam em condição natural e sujeitos a um estado de compactação inicial em função de seu próprio processo de formação, tendem a sofrer expansão volumétrica, denominada empolamento.

De forma similar, os solos escavados e em condição solta podem sofrer diminuição de volume após serem trabalhados por equipamentos especiais, em operação denominada

compactação. A realização da compactação tem por objetivo aumentar a resistência dos solos sob ação de cargas externas, reduzir possíveis variações de volume advindas das cargas ou da percolação de água e impermeabilizar os solos.

Em virtude de características granulométricas, das partículas sólidas e da interação com as partículas de água, os solos naturais apresentam variações volumétricas diferentes. De um modo geral, quanto maior a presença de finos (argilas e siltes), maior será a tendência de expansão volumétrica dos solos quando submetidos à escavação em sua condição natural.

Com o objetivo de demonstrar as massas específicas adotadas como referência neste projeto para os solos e os agregados, nas condições natural, solta e compactada, segue abaixo a tabela 02.

<b>Materiais</b>	<b>Massa Específica Natural (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Massa Específica Solta (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Massa Específica Compactada (t/m<sup>3</sup>)</b>
Materiais de 1ª categoria	1,875	1,500	2,0625
Materiais de 3ª categoria	2,625	1,500	2,1000
Solos	1,875	1,500	2,0625
Brita	2,625	1,500	2,1000
Areia	-	1,500	1,7250

**Tabela 02** - Massas específicas referenciais dos solos e agregados.

#### **5.2.6.8 – Movimento das massas de corte e aterros**

A análise da movimentação das massas é fundamentada, principalmente, nos estudos geotécnicos executados ao longo do trecho.

Devido à capacidade de suporte do subleito ao longo do trecho, a execução do trabalho obedecerá à seguinte sistemática:

- Os cortes executados serão destinados aos aterros e bota-foras a eles adjacentes sob a forma de compensação longitudinal e lateral;
- Os segmentos em aterros ao longo do trecho, serão preenchidos com materiais selecionados provenientes dos cortes, alargamentos dos cortes e empréstimos laterais.

---

#### **5.2.6.9 – Distâncias médias de transportes**

As distancias médias de transportes (DMT) correspondente ao volume de cada segmento de terraplenagem estão sendo obtidas entre os centros geométricos da origem e destinos dos volumes movimentados, conforme a categoria de cada segmento, considerado a saber:

➤ **Compensação lateral**

A forma de execução não permite a compensação em cada estaca isoladamente, pois exige a movimentação do equipamento ao longo de um certo segmento longitudinal, sendo assim será considerada DMT de 0,05 km para as compensações laterais.

➤ **Compensação longitudinal**

A sistemática utilizada a esta compensação, será, se possível, suprir um aterro com material de um corte próximo, transportando-se o volume ao longo do eixo.

➤ **Empréstimos**

Quando os materiais dos cortes próximos não forem suficientes para suprir um aterro, será indicado um empréstimo o mais próximo possível do eixo (laterais ou tipo bota dentro).

➤ **Bota Fora**

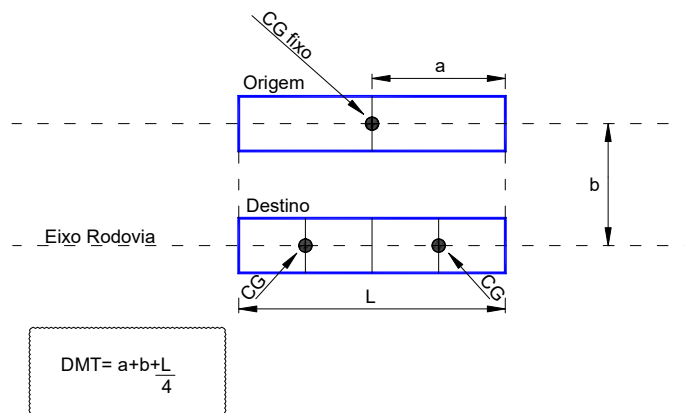
A distância média para bota-fora será medida entre a estaca do centro de massa de origem e à estaca média do trecho do destino do material.

#### **5.2.6.10 - Volumes a serem movimentados dentro de diferentes faixas de distância de transporte**

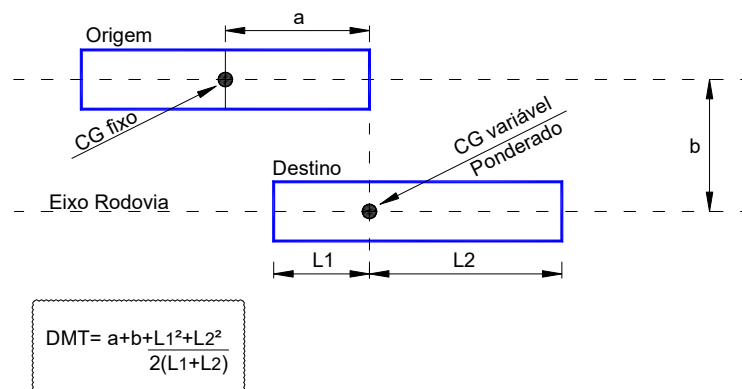
Para que as firmas empreiteiras tenham informações mais precisas sobre o tipo de equipamento a colocar na obra de terraplenagem, os volumes a movimentar foram distribuídos segundo as faixas de distância de transporte preconizadas pelo DNIT.

Obtidos os volumes e momentos de transporte, dentro destas faixas, foi calculada em cada uma, a distância média de transporte correspondente, de acordo com a particularidade de cada local.

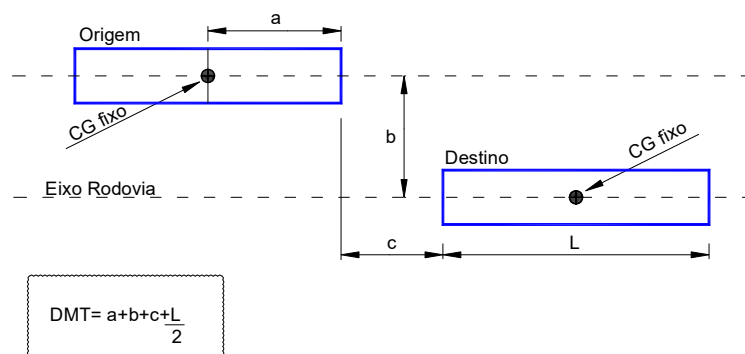
### Situação 01



### Situação 02



### Situação 03





---

#### **5.2.6.11 – Compactação de Aterro**

De acordo com as normas vigentes, referente à compactação de aterros, deverá ser exigido que o corpo do aterro seja executado em camadas com espessura máxima de 0,30 m, compactadas até atingirem a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica máxima seca obtida no ensaio de compactação, executado com a energia Proctor Normal.

Já as camadas finais do aterro deverão ser executadas em camadas com espessura de até 0,20 m, compactadas até atingirem um grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica máxima seca obtida no ensaio de compactação com a energia Proctor Intermediário.

#### **5.2.7 - Resultados Obtidos**

##### **5.2.7.1 - Quantidade de Materiais a Movimentar e Transportar**

No quadro a seguir encontra-se quantificado os volumes dos materiais a movimentar para execução do terrapleno projetado com suas respectivas faixas de distâncias médias de transportes (DMT).

a) Quantidades de material a movimentar e distâncias de transportes

**Revisão, Adequação e Atualização  
de Projeto Executivo de Engenharia**

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE TRANSPORTES								
TERRAPLENAGEM								
Tipo de Transporte 5915319 Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em leito natural (DMT excedente > 3.000 m)								
CÓDIGO	SERVIÇO	MATERIAL	QUANTIDADE	UNID	MASSA ESP. (t/m³)	VOLUME A TRANSPORTAR (t)	DMT (km)	MOMENTO DE TRANSPORTE(txkm)
5502834	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 14 m³	Solo	6.500,00	m³	1,875	12.187,50	0,978	11.919,38
			5.872,85	m³	1,875	11.011,59	2,290	25.216,54
TOTAL								37.135,92

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE TRANSPORTES								
TERRAPLENAGEM								
Tipo de Transporte 5502889 Transporte com caminhão basculante de 14 m³ - rodovia em leito natural (DMT excedente > 3.000 m)								
CÓDIGO	SERVIÇO	MATERIAL	QUANTIDADE	UNID	MASSA ESP. (t/m³)	VOLUME A TRANSPORTAR (t)	DMT (km)	MOMENTO DE TRANSPORTE(txkm)
5502889	Escavação, carga e transporte de solos moles na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	Solo	13.984,00	m³	1,875	26.220,00	8,597	225.400,23
			-	m³	1,875	-	-	
TOTAL								225.400,23

---

### 5.2.8 - Apresentação

O Projeto de Terraplenagem é apresentado no Volumes 2.

## 5.3 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

## 5.3 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 5.3.1 – Introdução

O pavimento foi projetado conforme as normas do DER/RO para Projetos de Pavimentação de Rodovias e fundamentou-se em elementos dos estudos de tráfego e de geotecnia desenvolvidos por esta Projetista para o trecho rodoviário.

Em função das condições e das disponibilidades geotécnicas encontradas, o objetivo perseguido foi o de conceber e detalhar a estrutura de menor custo possível para suportar o tráfego com segurança e conforto para os usuários, durante a vida útil de 10 anos usualmente preconizada para os pavimentos flexíveis.

Foi projetado um pavimento asfáltico constituídos de quatro camadas estruturais, sendo, revestimento, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados pétreos e ligante asfáltico, sendo esta camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, além de impermeabilizar o pavimento e melhorar as condições de conforto e segurança da via.

No trecho em questão é necessária a execução do reforço do subleito, que consiste em uma camada com espessura constante, executada em razão da baixa capacidade de suporte do subleito e também permitindo a redução da espessura da sub-base.

### 5.3.2 – Elementos Básicos

Foram considerados como elementos básicos para o dimensionamento do projeto, os Estudos de Tráfego e os Estudos Geotécnicos.

#### a) Estudos de Tráfego

Foi determinado o número N de  $8,21 \times 10^5$  repetições de eixo padrão de 8,2 t, que representa tráfego leve, cujo cálculo se baseou nos parâmetros da “USACE”, para período de projeto de 10 anos, conforme o Quadro de “Número N” a seguir.

RO-010		
PERÍODO DE PROJETO	AASHTO	USACE
10 anos (2023 – 2032)	$3,17 \times 10^5$	$8,21 \times 10^5$



CÁLCULO DO NÚMERO "N"																		
FATOR CLIMÁTICO (FR)		PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO														PERÍODO DE PROJETO	CÁLCULO DO NÚMERO "N" PELO MÉTODO USACE	
1,00		DO TRÁFEGO (%)																
FATOR DE PISTA (FP)	VEÍC. PASS.	ÔNIBUS		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3C3	3D4	3T6				
		2C	3C															
0,50																		
FV ÔNIBUS	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	10 Anos		
FVO 3,567	COMPOSIÇÃO DA FROTA														Abertura do Tráfego			
FV VEÍCULO	VEÍC. PASS.	ÔNIBUS		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3C3	3D4	3T6				
DE CARGA	59,29%	3,57%	0,00%	19,29%	16,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%	0,00%	0,00%	0,71%				
FVC 6,768	VEÍCULO - TIPO																VMD	
ANO	VEÍC. PASS.	ÔNIBUS		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	3C3	3D4	3T6	ANUAL	ACUMUL.		
2021		83	5	0	27	23	0	0	0	0	0	1	0	0	1	140	6,75E+04	Projeto
2022		85	5	0	28	24	0	0	0	0	0	1	0	0	1	144	6,95E+04	Construção
2023	1°	88	5	0	29	24	0	0	0	0	0	1	0	0	1	149	7,16E+04	7,16E+04
2024	2°	91	5	0	30	25	0	0	0	0	0	1	0	0	1	153	7,37E+04	1,45E+05
2025	3°	93	6	0	30	26	0	0	0	0	0	1	0	0	1	158	7,60E+04	2,21E+05
2026	4°	96	6	0	31	27	0	0	0	0	0	1	0	0	1	162	7,82E+04	3,00E+05
2027	5°	99	6	0	32	27	0	0	0	0	0	1	0	0	1	167	8,06E+04	3,80E+05
2028	6°	102	6	0	33	28	0	0	0	0	0	1	0	0	1	172	8,30E+04	4,63E+05
2029	7°	105	6	0	34	29	0	0	0	0	0	1	0	0	1	177	8,55E+04	5,49E+05
2030	8°	108	7	0	35	30	0	0	0	0	0	1	0	0	1	183	8,81E+04	6,37E+05
2031	9°	112	7	0	36	31	0	0	0	0	0	1	0	0	1	188	9,07E+04	7,27E+05
2032	10°	115	7	0	37	32	0	0	0	0	0	1	0	0	1	194	9,34E+04	8,21E+05
2033		118	7	0	38	33	0	0	0	0	0	1	0	0	1	200	9,62E+04	9,17E+05
2034		122	7	0	40	34	0	0	0	0	0	1	0	0	1	206	9,91E+04	1,02E+06
2035		126	8	0	41	35	0	0	0	0	0	2	0	0	2	212	1,02E+05	1,12E+06
2036		129	8	0	42	36	0	0	0	0	0	2	0	0	2	218	1,05E+05	1,22E+06
2037		133	8	0	43	37	0	0	0	0	0	2	0	0	2	225	1,08E+05	1,33E+06
Espessura mínima de revestimento betuminoso: <span>Tratamentos Superficiais betuminosos</span>																		

Espessura mínima de revestimento betuminoso:

Tratamentos Superficiais betuminosos

As contagens resultaram em uma espessura mínima de Tratamento Superficial Duplo (TSD) com 2,5cm, ou seja, o Número  $N \leq 10^6$ , protegendo a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego, ou ainda, evitando a ruptura do próprio revestimento por esforços repetidos de tração na flexão.

Desta maneira, considerando o fluxo de tráfego da Rodovia RO-010, foi adotado o número "N", **8,21x10<sup>5</sup>** para o dimensionamento do pavimento flexível desta rodovia, durante o período de vida útil do projeto, já que o mesmo produz o efeito que o tráfego previsto exercerá sobre a estrutura do pavimento, garantindo assim a segurança e confiabilidade que este sistema exige.

## b) Estudos Geotécnicos

Dos estudos geotécnicos foram obtidas as informações relativas ao subleito, bem como das características das ocorrências disponíveis para utilização na pavimentação.

O subleito teve seu solo analisado com base na Classificação HRB. A partir dos ensaios foram encontrados os índices físicos LL (limite de liquidez), IP (índice de

---

plasticidade), IG (índice de grupo),  $D_{máx}$  (densidade máxima), Expansão e ISC (Índice Suporte Califórnia) contidos no Quadro de Resultados do Subleito.

Assim, com os dados dos ensaios realizados no subleito, ou seja, efetuados na verdade nos materiais das origens a serem utilizadas na constituição das camadas finais dos terraplenos, procedeu-se a agrupamento de solos de características semelhantes e aplicou-se a esses grupos a análise estatística de estimativa de valores máximos e mínimos, conforme metodologia preconizada no Termo de Referência.

De acordo com o resultado da análise dos solos existentes no subleito ( $X_{min}$  ISC) deste trecho, nota-se que há uma variação de solos, mas com predominância do sub-grupo de classificação A-6, que segundo o sistema HRB, apontado assim um solo de qualidade razoável a ruim (solos argilosos plásticos, sujeito a grandes variações volumétricas entre o estado seco e úmido, mais de 35% passante na #200). O resultado dos ensaios do subleito (CBR) foi igual a:

## ESTUDOS ESTATÍSTICOS SUBLEITO RO-010 - LOTE 01

PARÂMETROS	N	X	$\sigma$	$\mu_{\max}$	$\mu_{\min}$	$x_{\max}$	$x_{\min}$
2"	208	100,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1"	208	99,8	0,8	99,9	99,7	100,0	99,2
3/8"	208	97,3	4,9	97,7	96,8	100,0	93,5
Nº 4	208	93,6	8,7	94,4	92,9	100,0	87,0
Nº 10	208	89,1	14,0	90,4	87,9	99,9	78,4
Nº 40	208	78,5	12,6	79,7	77,4	88,2	68,8
Nº 200	208	51,1	15,0	52,5	49,8	62,7	39,5
LL	186	39,6	9,8	40,6	38,7	47,2	32,1
I P	186	16,4	5,4	16,9	15,9	20,6	12,3
IG	208	6,1	5,3	6,6	5,6	10,2	2,1
CLAS HRB	A-6						
GRAU COMP	PROCTOR NORMAL						
UMIDADE ÓTIMA	104	16,9	4,5	17,5	16,4	20,5	13,3
M.E.A.S. MÁX	104	1,682	0,160	1,702	1,661	1,811	1,552
UMID.	104	14,4	4,4	15,0	13,9	18,0	10,9
M.E.A.S.	104	1,609	0,153	1,628	1,590	1,732	1,486
EXP.	104	2,18	1,43	2,36	2,00	3,33	1,02
I S C	104	3,7	3,4	4,1	3,3	6,5	1,0
UMID.	104	16,5	4,5	17,1	15,9	20,1	12,9
M.E.A.S.	104	1,671	0,158	1,691	1,651	1,798	1,544
EXP.	104	1,47	1,07	1,61	1,34	2,34	0,61
I S C	104	8,5	9,5	9,7	7,3	16,2	0,9
UMID.	104	18,6	4,5	19,1	18,0	22,2	14,9
M.E.A.S.	104	1,643	0,157	1,663	1,623	1,769	1,516
EXP.	104	0,97	0,85	1,07	0,86	1,65	0,28
I S C	104	4,9	4,2	5,4	4,3	8,3	1,4
EXPANSÃO	104	1,37	1,02	1,50	1,24	2,20	0,54
ISC ADOTADO	104	7,6	4,0	8,1	7,1	10,8	4,4

**b.1) Estudos de Ocorrência de Materiais para Base Sub-Base e Reforço do Subleito**

Com relação às ocorrências de materiais, não houve dificuldade de se encontrar materiais granulares, ao longo do trecho, com características geotécnicas que pudessem ser utilizadas na camada de reforço, sub-base e base. Para a execução do presente trecho, foram adotadas 6 (seis) jazidas e 8 (oito) caixas de empréstimos com volumes suficientes.

Utilização	Ocorrência	Localização (estaca)	Lado	Dist. Eixo (Km)	Volume utilizável (m³)
<b>RO-010 – Lote 01</b>					
Sub-Base/ Base	J-01	0+0,000	D	12,900	68.310,000
Sub-Base/ Base	J-04	1410+0,000	E	0,275	19.800,000
Sub-Base/ Base	J-06	610+0,000	D	0,125	15.300,000
Sub-Base/ Base	J-07	0+0,000	D	25,540	43.200,000
Sub-Base/ Base	J-08	0+0,000	E	13,400	18.900,000
Sub-Base/ Base	J-09	453+0,000	E	4,505	98.280,000
<b>Total de material disponível</b>					<b>263.790,000</b>

Utilização	Ocorrência	Localização (estaca)	Lado	Dist. Eixo (Km)	Volume utilizável (m³)
<b>RO-010 – Lote 01</b>					
Reforço do subleito	CE-02	534+0,000	D	0,040	11.952,000
Reforço do subleito	CE-03	575+0,000	D	0,040	12.312,000
Reforço do subleito	CE-04	575+0,000	E	0,040	11.592,000
Reforço do subleito	CE-05	592+0,000	E	0,040	16.956,000
Reforço do subleito	CE-06	607+10,000	D	0,040	10.656,000
Reforço do subleito	CE-07	854+0,000	D	0,040	12.384,000
Reforço do subleito	CE-08	952+5,000	E	0,040	10.512,000
Reforço do subleito	CE-09	1010+5,000	D	0,130	42.588,000
<b>Total de material disponível</b>					<b>128.952,000</b>

### 5.3.3 – Dimensionamento do pavimento

Para concepção e projeto de pavimentos apresentam-se como fatores determinantes:

- O tráfego, entendendo-se como tal o complexo sistema de solicitações que engloba as cargas por roda, as combinações de rodas e eixos, o número e a frequência de passagem das cargas;
- A fundação, considerada como o conjunto de características físicas e mecânicas do subleito;
- Os materiais, entendidos como o potencial de caracteres físicos e mecânicos de que se poderá dispor para o estabelecimento das espessuras e da qualidade das camadas do pavimento a dimensionar.

O número “N” para o período de projeto de 10 anos foi determinado nos Estudos de Tráfego e apresentou um valor de  $8,21 \times 10^5$ .

$$N = 8,21 \times 10^5$$

De acordo com o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT para pavimentos de rodovias com tráfego leve a camada de revestimento deverá ser em Tratamento Superficial Duplo (TSD) e para o número N do caso em exame, com espessura mínima de 2,5 cm.

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

A partir do Índice de Suporte do Subleito e do Número N de repetições de eixo padrão o ábaco apresentado na sequência fornece as espessuras necessárias sobre o subleito e sobre a sub-base.

O gráfico indica, portanto, as espessuras  $H_n$  e  $H_{20}$  em função do número “N” e do CBR do subleito:

- $H_n$ : espessura total do pavimento;
- $H_{20}$ : espessura sobre a sub-base.

Ou seja, para o número N de  $8,21 \times 10^5$  e o CBR do subleito igual a 4,4% (Lote 01) e as espessuras necessárias através do ábaco são as seguintes:

Lote 01

- $H_n = 61,74$  cm;
- $H_{20} = 24,96$  cm.

Em função dos materiais disponíveis para o trecho definem-se os coeficientes estruturais através da tabela a seguir.

#### Coeficientes de equivalência estrutural

Componentes do pavimento	Coeficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
<b>Camadas granulares</b>	<b>1,00</b>
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Os **coeficientes estruturais adotados** nas diversas camadas do pavimento são apresentados na tabela a seguir:

Componentes do pavimento	Coefficiente K
Revestimento de tratamento superficial duplo (TSD)	1,20
Base Granular	1,00
Sub-base Granular	1,00
Reforço do subleito Granular	1,00

A partir dos elementos anteriores calcularam-se as espessuras da base (B), da sub-base ( $h_{20}$ ) e do reforço do subleito ( $h_{ref}$ ) através das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_s \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_s + h_{ref} \times K_{ref} \geq H_n$$

Onde:

- $K_R$ : coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;
- R: espessura do revestimento;
- $K_B$ : coeficiente de equivalência estrutural da base;
- B: espessura da base;
- $H_{20}$ : espessura de pavimento sobre a sub-base;
- $K_s$ : coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;
- $h_{20}$ : espessura da sub-base;
- $K_{ref}$ : coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito;
- $H_n$ : espessura total do pavimento necessária para proteger o subleito.



## MÉTODO EMPÍRICO DNER-667/22 (LOTE 01)

### ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO

Número N = 8,21E+05  
I.S.C<sub>SUBLEITO</sub> = 4,40

$$H_n = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

$H_n = 61,74 \text{ cm}$

### ESPESSURA NECESSARIA PARA PROTEGER O REFORÇO DO SUBLEITO

Número N = 8,21E+05  
I.S.C<sub>REFORÇO</sub> = 8,00

$$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

$H_{REF} = 43,18 \text{ cm}$

### ESPESSURA NECESSARIA PARA PROTEGER A SUB-BASE

Número N = 8,21E+05  
I.S.C<sub>SUB-BASE</sub> = 20,00

$$H_{20} = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

$H_{20} = 24,96 \text{ cm}$

### ESPESSURAS CALCULADA E ADOTADAS PARA A BASE

CAPA DE ROLAMENTO (TSD): 2,50  
COEF. EQUIVALENCIA KR: 1,20

$$R \times KR + B \times KB \geq H_{20}$$

BASE  $B_{CALC}$ : 21,96 cm BASE  $B_{ADOT}$ : 20 cm

### ESPESSURAS CALCULADA E ADOTADAS PARA A SUB-BASE

$$R \times KR + B \times KB + h_{20} \times KS \geq H_{REF}$$

$H_{ref} =$	43,18 cm
CAPA DE ROLAMENTO (TSD):	2,5 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KR:	1,20 cm
BASE $B_{ADOT}$ :	20 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KB:	1,00 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KS:	1,00 cm

SUB-BASE  $h_{20_{CALC}}$ : 20,18 cm SUB-BASE  $h_{20_{ADOT}}$ : 20 cm

### ESPESSURAS CALCULADA E ADOTADAS PARA O REFORÇO DO SUBLEITO

$$R \times KR + B \times KB + h_{20} \times KS + h_{ref} \times K_{ref} \geq H_n$$

$H_n =$	61,74 cm
CAPA DE ROLAMENTO (TSD):	2,5 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KR:	1,20 cm
BASE $B_{ADOT}$ :	20 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KB:	1,00 cm
SUB-BASE $h_{20_{ADOT}}$ :	20 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA KS:	1,00 cm
COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA $K_{ref}$ :	1,00 cm

REFORÇO DO SUBLEITO  $h_{REF_{CALC}}$ : 18,74 cm SUB-BASE  $h_{20_{ADOT}}$ : 20 cm

### RESUMO DAS ESPESSURAS ADOTADAS

CAPA DE ROLAMENTO (TSD):	2,50 cm
BASE	20,00 cm
SUB-BASE	20,00 cm
REFORÇO	20,00 cm

### 5.3.4 - Composição da Estrutura Final das Camadas do Pavimento e Especificações de Serviços

Conforme memórias de cálculos apresentadas nos subitens anteriores, à composição da estrutura do pavimento, bem como as respectivas especificações de serviços são apresentadas nos quadros a seguir.

QUADRO RESUMO COMPOSIÇÃO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO	
DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	ESPESSURA (cm)
Reforço do subleito de Solo Estabilizado Granulometricamente Sem Mistura	20,00
Sub-Base de Solo Estabilizado Granulometricamente Sem Mistura	20,00
Base de Solo Estabilizado Granulometricamente Sem Mistura	20,00
Imprimação	-
Pintura de Ligação	-
Concreto Betuminoso Usinado a Quente Faixa "B" (BINDER)	-
Pintura de Ligação	-
Concreto Betuminoso Usinado a Quente Faixa "C"	-
Tratamento Superficial Duplo c/ banho diluído (TSD)	2,50

### 5.3.5 - Constituição das camadas do pavimento

O pavimento será constituído das seguintes camadas.

#### 5.3.5.1 - Regularização do subleito

O serviço consiste em uma operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros de até 20 cm de espessura. Este serviço de corte e reconformação geométrica do subleito deverá ser executado com motoniveladora.

Toda a vegetação e material orgânico existentes no leito da rodovia devem ser removidos. Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

No caso de cortes em rocha a regularização deve ser executada de acordo com o projeto.

A verificação final da qualidade da camada de regularização do subleito (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Após a execução da regularização do subleito, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e o nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- $\pm 10$  cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 3$  cm em relação às cotas do greide do projeto.

#### **5.3.5.2 – Reforço do Subleito sem mistura**

O reforço do subleito consiste na execução, sobre o subleito regularizado e compactado, de uma camada de solo estabilizado granulometricamente, com objetivo de reduzir as espessuras das camadas do pavimento, no caso de baixa capacidade de suporte do subleito. Os materiais normalmente utilizados são solos ou misturas de solos, extraídos de jazidas, desde que sua qualidade seja superior à do subleito.

A camada de reforço do subleito será executada com solo estabilizado granulometricamente sem mistura com 20,0 cm de espessura.

A execução do reforço do subleito compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de executar camada de reforço com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de reforço deve ser de 10 cm, após a compactação.

---

### 5.3.6.3 – Sub-base sem mistura

A sub-base consiste em uma camada complementar à base, executada sobre o subleito, devidamente compactado e regularizado, visando melhorar a distribuição das tensões verticais e também contribuir para as condições de drenagem do pavimento.

A camada de sub-base será executada com solo estabilizado granulometricamente sem mistura com 20,0 cm de espessura. A energia para compactação da sub-base será a correspondente à do Proctor Intermediário (26 golpes).

A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

O material distribuído é homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada com caminhão-tanque distribuidor de água, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação. A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo.

Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos

trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

Nas partes adjacentes ao início e ao fim da sub-base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tal como nas cabeceiras das pontes, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

A sub-base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento do material da camada seguinte, de forma que a sub-base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

#### **5.3.5.4 - Base sem mistura**

A base é a camada do pavimento destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, devidamente regularizada e compactada.

A camada de base será executada com solo estabilizado granulometricamente sem mistura com 20,0 cm de espessura. A energia para compactação da base será a correspondente à do Proctor Modificado (55 golpes).

As premissas de execução são as mesmas descritas anteriormente para a sub-base, diferenciando apenas na energia de compactação da camada.

#### **5.3.5.5 - Imprimação**

A imprimação consiste na aplicação de camada de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

Deverá ser executado o ligante em toda a largura da base acabada, sendo utilizada a emulsão asfáltica tipo EAI, com taxa de aplicação de 1,3 l/m<sup>2</sup>.

Antes da execução dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços. Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder à varredura da superfície, de modo a liminar todo e qualquer material solto. Antes da aplicação do ligante asfáltico a pista pode ser levemente umedecida.

Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico, na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para seu espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento dos asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos Saybolt Furol (NBR 14.491:2007).

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

Deve-se imprimir a largura total da pista em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em uma faixa de tráfego e executa-se a imprimação da faixa de tráfego adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego, depois da efetiva cura, deve ser condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos iniciais e finais das aplicações devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais devem ser, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

---

A execução do serviço de imprimação será realizada pela seguinte equipe mecânica:

- Caminhão tanque distribuidor de asfalto com capacidade de 6.000 l;
- Vassoura mecânica rebocável;
- Tanque de estocagem de asfalto;
- Trator agrícola.

#### **5.3.5.6 - Revestimento**

O revestimento adotado, é o Tratamento Superficial Duplo c/ banho diluído (TSD), com espessura de 2,50cm. Consiste na camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma coberta por camada de agregado mineral e submetida à compressão.

O serviço do Tratamento Superficial Duplo c/ banho diluído será executado com ligante asfáltico convencional, emulsão asfáltica RR-2C, com taxa de aplicação de 4,77 l/m<sup>2</sup>. O agregado britado será adquirido comercialmente (P-01).

Inicialmente, deve-se realizar uma varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada em função da relação temperatura x viscosidade. Deve ser escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas são:

- Emulsão asfáltica, 20 a 100 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94).

No caso de utilização de melhorador de adesividade deve-se exigir que o aditivo seja adicionado ao ligante asfáltico no canteiro de obra, obrigando-se sempre a recirculação da mistura ligante asfáltico-aditivo.

O ligante asfáltico deve ser aplicado de uma só vez em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes, falta ou escassez de ligante asfáltico na pista durante as operações de aplicação devem ser evitados ou corrigidos prontamente.

Cuidados especiais devem ser observados na execução das juntas transversais (início e fim de cada aplicação de ligante asfáltico) e das juntas longitudinais (junção de faixas



---

quando o revestimento é executado em duas ou mais faixas), para se evitar excesso, escassez ou falta de ligante asfáltico aplicado nestes locais.

- No primeiro caso, geralmente deve ser utilizado, no início ou a cada parada do equipamento de aplicação de ligante, um recobrimento transversal da pista com papel ou outro material impermeável;
- No segundo caso, deve ser realizado pelo equipamento de aplicação de ligante um recobrimento adicional longitudinal da faixa adjacente, determinado na obra, em função das características do equipamento utilizado.

Imediatamente após a aplicação do ligante deve-se realizar o espalhamento da 1ª camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. Excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão.

Deve-se iniciar a compressão do agregado imediatamente após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelas bordas e progredir para o eixo nos trechos em tangente e nas curvas deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta, sendo cada passagem do rolo recoberta, na passada subsequente, de pelo menos metade da largura deste.

Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto. Deve-se executar a segunda camada de modo idêntico à primeira. Não deve ser permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado. Deve-se liberar o tráfego somente após o término da compressão e de maneira controlada.

A equipe mecânica executante do serviço de tratamento superficial duplo é constituída pelos seguintes equipamentos:

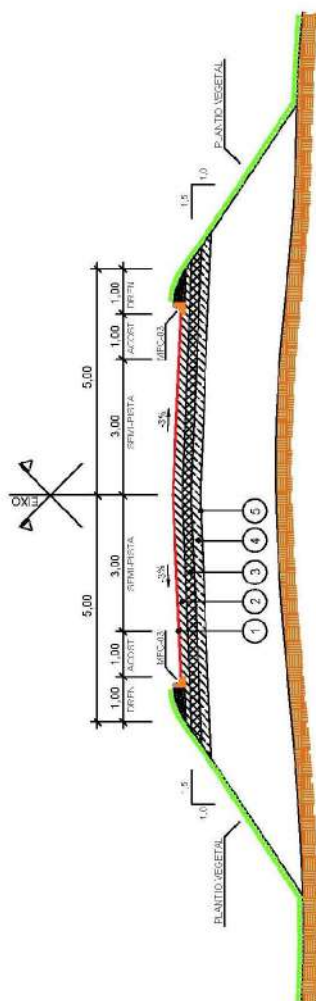
- Caminhão tanque distribuidor de asfalto com capacidade de 6.000 l;
- Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t;
- Vassoura mecânica rebocável;
- Tanque de estocagem de asfalto com capacidade de 30.000 l;
- Trator agrícola;
- Distribuidor de agregados rebocável.

### **5.3.6 - Apresentação**

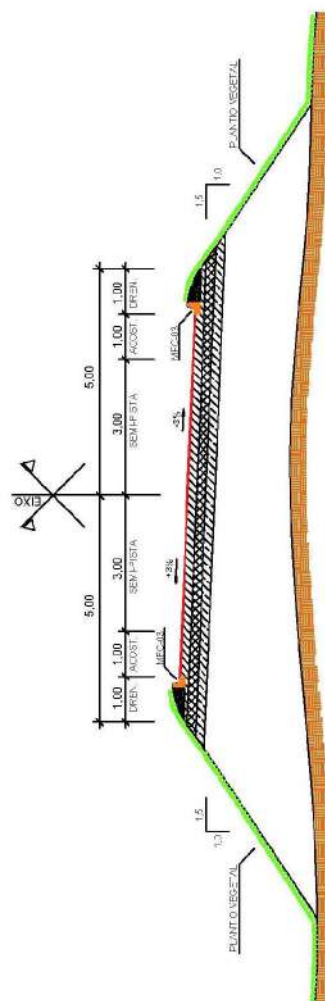
---

A seguir são demonstradas, as seções tipo de pavimentação, localização das ocorrências, linear do pavimento, quantitativos da pavimentação e quadro de DMT's.

ATERRO  
EM TANGENTE






ATERRO  
EM CURVA

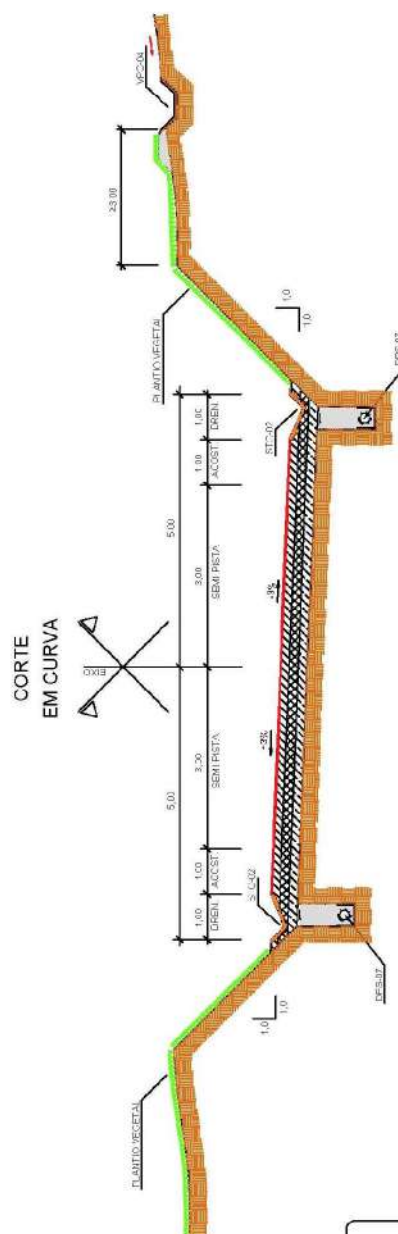
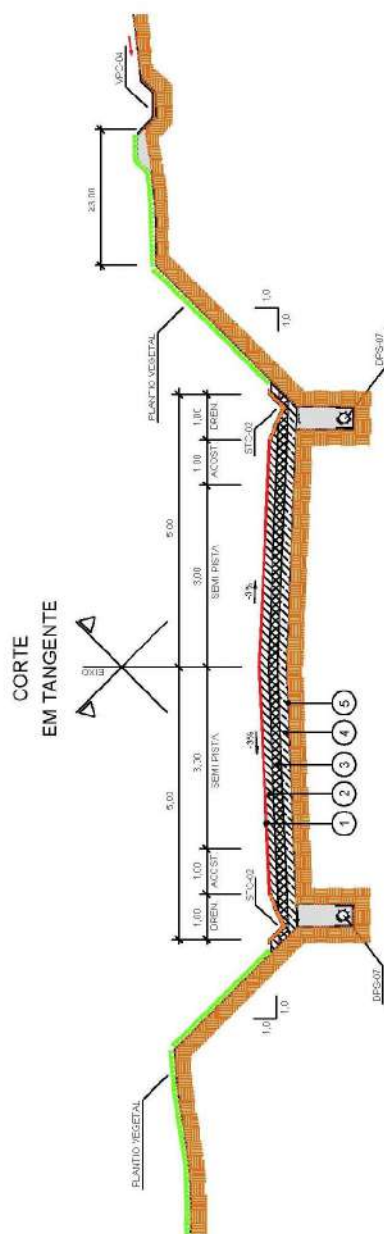


- LEGENDA**

  - 1 - REVESTIMENTO TSO - 2,50 cm
  - 2 - BASE DE SOLO ESTABILIZADO  
GRANULOM. 3/8" MISTURA - 250,00 cm
  - 3 - SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO  
GRANULOM. 3/8" MISTURA - 250,00 cm
  - 4 - REFORÇO DO SUBLEITO DE SOLO EST.  
GRANULOM. 3/8" MISTURA - 2500,00 cm
  - 5 - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

DATA	APROVAÇÃO DO DER / RO	AUTOREIA	APROVAÇÃO	DOCUMENTO	OBSERVAÇÕES
					<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA</b></p> <p><b>DEPARTAMENTO DE ESTRADAS, RODAGENS, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS</b></p> <p><b>REVISÃO, ADEQUAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>CONVEXA</b></p> <p>PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA E ARQUITETURA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO PINHEIRO</b></p> </div> </div>
					<p><b>SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO</b></p>
					<p>REVISÃO: Estrada 1994-0208 (Mun. São José do Pinheiro) - 2,20km</p> <p>PROJETO: Estrada 1994-0208 (Mun. São José do Pinheiro) - 2,20km</p> <p>REVISÃO: 1994-0208 (Mun. São José do Pinheiro) - 2,20km</p> <p>REVISÃO: 1994-0208 (Mun. São José do Pinheiro) - 2,20km</p>

## SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO

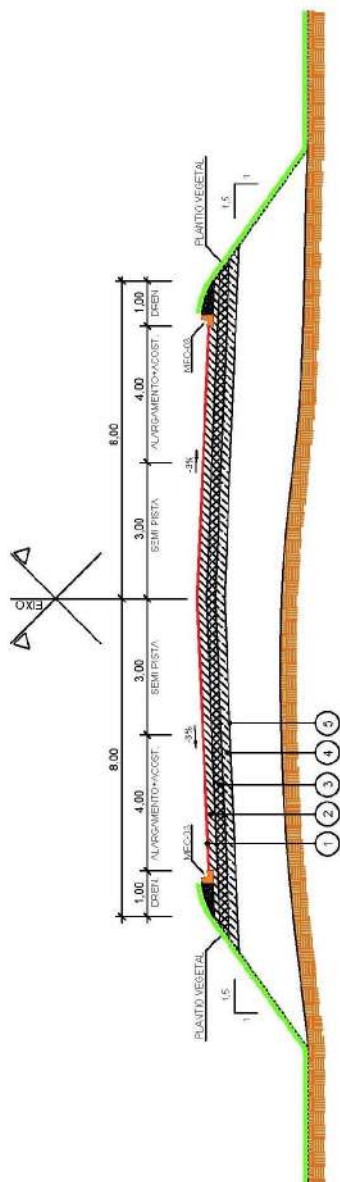


**LEGENDA**

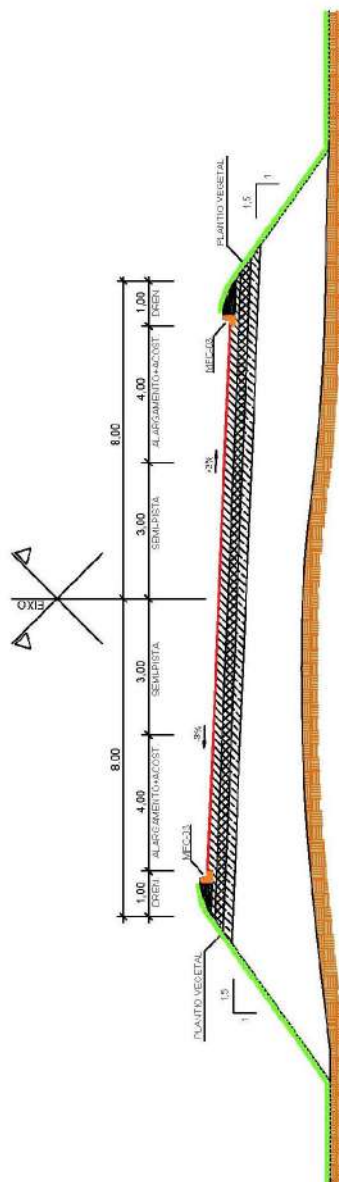
- 1 - REVESTIMENTO TSD - 2,50 cm
- 2 - BASE DE SOLO ESTABILIZADO  
GRANULOM. S/MISTURA = 30,00 cm
- 3 - SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO  
GRANULOM. S/MISTURA = 30,00 cm
- 4 - REFORÇO DO SUBLEITO DE SOLO EST.  
GRANULOM. S/MISTURA = 30,00 cm
- 5 - REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

[illegible]



ATERRO COM ALARGAMENTO DE PISTA  
(EM TANGENTE)



ATERRO COM ALARGAMENTO DE PISTA  
(EM CURVA)



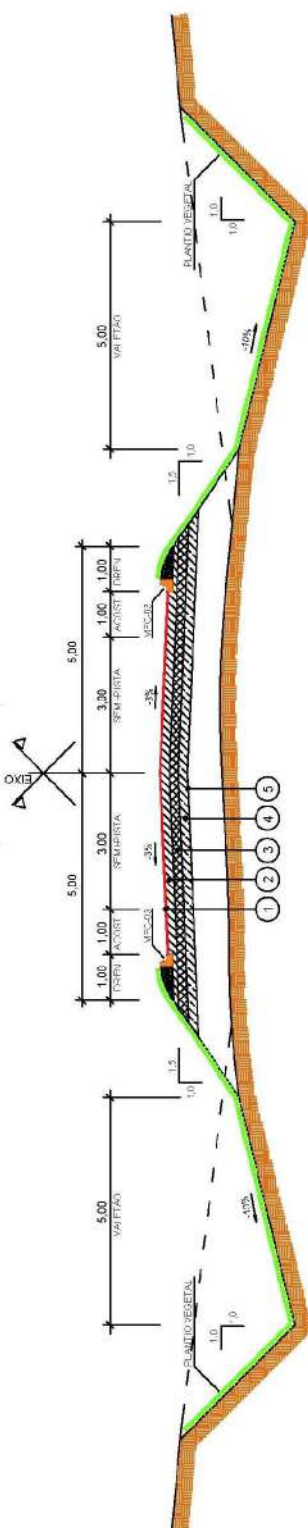
- LEGENDA**
- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
|  | 1- REVESTIMENTO TSD - 2,50 cm       |
|  | 2- BASE DE SOLO ESTABILIZADO        |
|  | 3- SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO    |
|  | 4- REFORÇO DO SUBLEITO DE SOLO EST. |
|  | 5- REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO        |

12	DATA	APPROVAÇÃO DO DER / RO	AUTORIA	APPROVAÇÃO	DOCUMENTO	OBSERVAÇÕES
						<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA</b> DEPARTAMENTO DE ESTRADAS, RODAGENS, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS REVISÃO, ADEQUAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE PROJETO DE EXECUTIVO DE ENGENHARIA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>CONVEXA</b> PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E INTERIORES</p> </div> </div>
						<p>REVISÃO: Estrada 1594+0,00 (Arujá) - Estrada 2254+00,00 (Rua Paragá) (Adm. Int. da S. 1594)</p> <p>PROJETO: 1594+0,00 (Arujá) - Estrada 2254+00,00 (Rua Paragá) (Adm. Int. da S. 1594)</p> <p>EXTENSÃO: 2 - 20km</p> <p>PROJ. EXEC. 1: 1000</p>

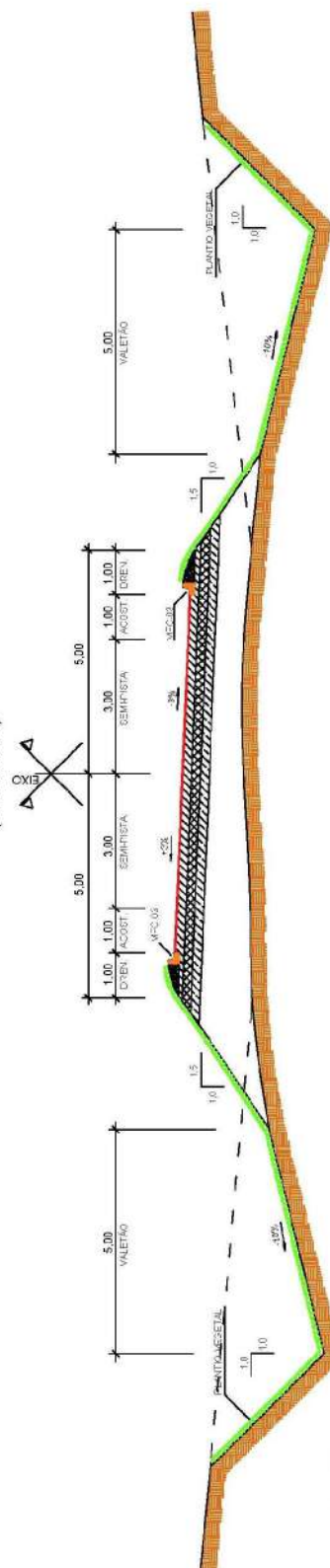


## ATERRO COM EMP. LATERAL TIPO VALETÃO

(EM TANGENTE)



(EM CURVA)



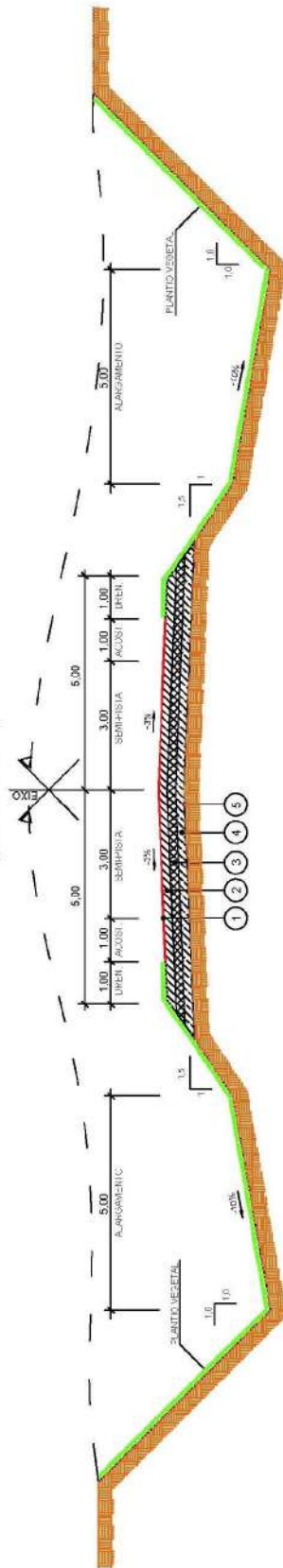
### LEGENDA

- |   |  |
|---|--|
| 1 - REVESTIMENTO "TSD" - 2,50 cm                                    | 2 - BASE DE SOLO ESTABILIZADO<br>GRANULOM. S/MISTURA = 20,00 cm        |
| 3 - SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO<br>GRANULOM. S/MISTURA = 20,00 cm | 4 - REFORÇO DO SUBLEITO DE SOLO EST.<br>GRANULOM. S/MISTURA = 20,00 cm |
| 5 - REGULAÇÃO DO SUBLEITO   |  |

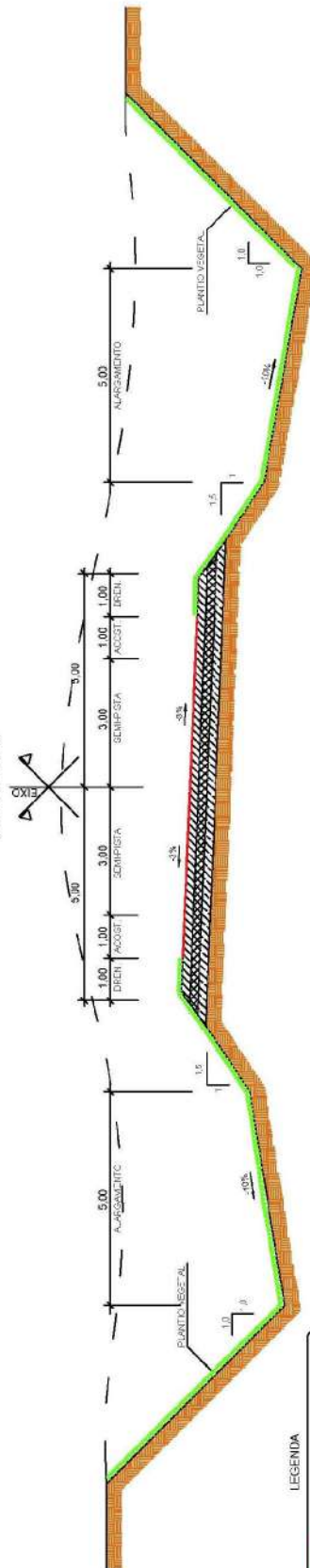
[illegible]

## SEÇÃO TIPO DE PAVIMENTAÇÃO

CORTE COM EMP. LATERAL TIPO VALETÃO  
(EM TANGENTE)



(EM CURVA)



- |   |   |
|---|---|
|  | 1- REVESTIMENTO TSD - 2,50 cm   |
|  | 2- BASE DE SOLO ESTABILIZADO<br>GRANULOMA S/MISTURA - 20,00 cm        |
|  | 3- SUB-BASE DE SOLO ESTABILIZADO<br>GRANULOMA S/MISTURA - 20,00 cm    |
|  | 4- REFORÇO DO SUBLEITO DE SOLO EST.<br>GRANULOMA S/MISTURA - 20,00 cm |
|  | 5- REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO  |

[illegible]



The map illustrates the proposed road network for the Areal do Japão area. Key features include:

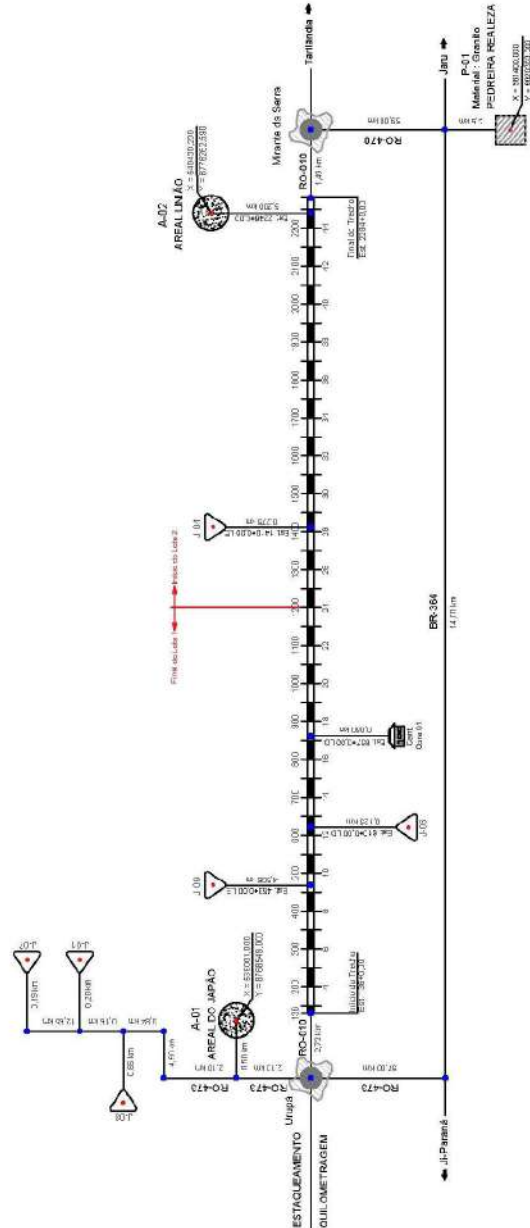
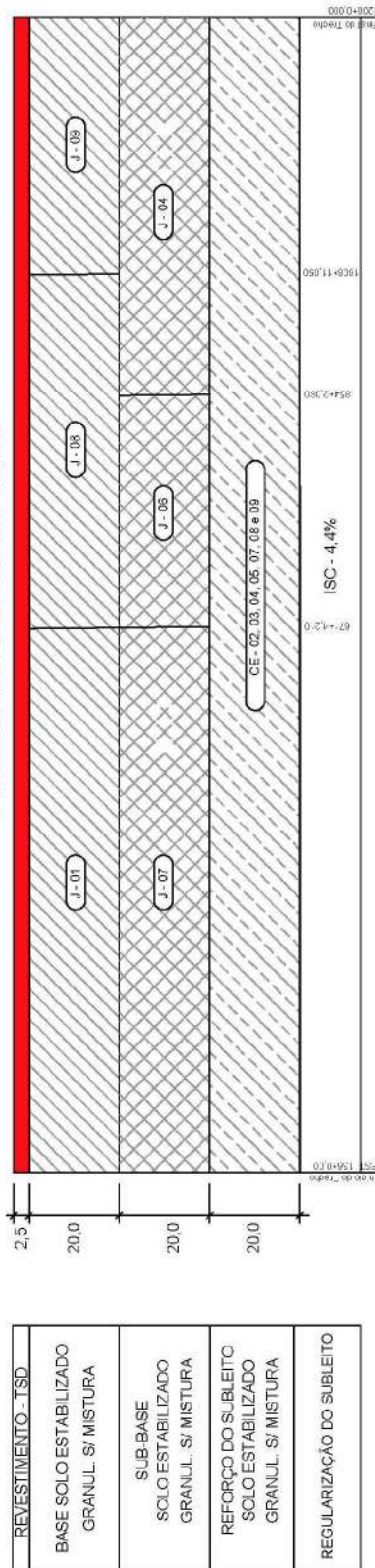
- Roads:** BR-364, RO-470, RO-473, RO-010, and LINHA 13.
- Junctions:** J-01, J-02, J-03, J-04, J-05, J-06, J-07, J-08, J-09, J-10, J-11, J-12, J-13, J-14, J-15, J-16, J-17, J-18, J-19, J-20, J-21, J-22, J-23, J-24, J-25, J-26, J-27, J-28, J-29, J-30, J-31, J-32, J-33, J-34, J-35, J-36, J-37, J-38, J-39, J-40, J-41, J-42, J-43, J-44, J-45, J-46, J-47, J-48, J-49, J-50, J-51, J-52, J-53, J-54, J-55, J-56, J-57, J-58, J-59, J-60, J-61, J-62, J-63, J-64, J-65, J-66, J-67, J-68, J-69, J-70, J-71, J-72, J-73, J-74, J-75, J-76, J-77, J-78, J-79, J-80, J-81, J-82, J-83, J-84, J-85, J-86, J-87, J-88, J-89, J-90, J-91, J-92, J-93, J-94, J-95, J-96, J-97, J-98, J-99, J-100.
- Landmarks:** Mirante da Serra, Areal do Japão, Areal União, Ouro Preto do Oeste, Texeiras, Unupá, Avorada, D'Oeste, Jari, Jari-Paraná.
- Distances:** Various distances are marked along the roads, such as 10.00 km, 4.00 km, 2.5 km, 40.20 km, 18.90 km, 1.49 km, 5.200 km, 0.275 km, 0.050 km, 0.125 km, 0.045 km, 2.72 km, 31.10 km, 25.90 km, 2.10 km, 2.00 km, 0.30 km, 0.18 km, 2.20 km, 0.85 km, 3.84 km, 0.16 km, 0.20 km, 0.10 km, 12.65 km.
- Legend:**
  - Landmarks:** Mirante da Serra, Areal do Japão, Areal União, Ouro Preto do Oeste, Texeiras, Unupá, Avorada, D'Oeste, Jari, Jari-Paraná.
  - Roads:** Rota ou Ribeirão, Rod. Pavimentada, Rod. Não Pavimentada, Trecho do Projeto.
  - Other:** Lote 01, Lote 02, Lote 03, Lote 04, Lote 05, Lote 06, Lote 07, Lote 08, Lote 09, Lote 10, Lote 11, Lote 12, Lote 13, Lote 14, Lote 15, Lote 16, Lote 17, Lote 18, Lote 19, Lote 20, Lote 21, Lote 22, Lote 23, Lote 24, Lote 25, Lote 26, Lote 27, Lote 28, Lote 29, Lote 30, Lote 31, Lote 32, Lote 33, Lote 34, Lote 35, Lote 36, Lote 37, Lote 38, Lote 39, Lote 40, Lote 41, Lote 42, Lote 43, Lote 44, Lote 45, Lote 46, Lote 47, Lote 48, Lote 49, Lote 50, Lote 51, Lote 52, Lote 53, Lote 54, Lote 55, Lote 56, Lote 57, Lote 58, Lote 59, Lote 60, Lote 61, Lote 62, Lote 63, Lote 64, Lote 65, Lote 66, Lote 67, Lote 68, Lote 69, Lote 70, Lote 71, Lote 72, Lote 73, Lote 74, Lote 75, Lote 76, Lote 77, Lote 78, Lote 79, Lote 80, Lote 81, Lote 82, Lote 83, Lote 84, Lote 85, Lote 86, Lote 87, Lote 88, Lote 89, Lote 90, Lote 91, Lote 92, Lote 93, Lote 94, Lote 95, Lote 96, Lote 97, Lote 98, Lote 99, Lote 100.

OBS: O AREAL DO JAPÃO A-01 NÃO FOI UTILIZADO POR NÃO POSSUIR LICENÇA

[illegible]

## LINEAR DO PAVIMENTO

PISTA DE ROLAMENTO E ACOSTAMENTOS



PAVIMENTO		OCORRÊNCIAS	
Rev. TSD	Jazidas	Área de Lixo	Canal Obra
Base	Fedreira	Área de Lixo	Canal Obra
Sub-Base	Área de Lixo	Área de Lixo	Canal Obra
Reforço do Subleito	Área de Lixo	Área de Lixo	Canal Obra
Regul. Subleito	Área de Lixo	Área de Lixo	Canal Obra

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA			
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS, RODAGENS, INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS PÚBLICOS			
REVISÃO, ADEQUAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA			
ITEM	DATA	APROVAÇÃO	DOCUMENTO
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

QUADRO RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE TRANSPORTES (DMT)											
SERVIÇO	MATERIAIS	PERCURSO		DMT (km)				PAV	TOTAL		
		ORIGEM	DESTINO	FLUVIAL	LN	RP					
Reforço do subleito sem mistura	Solo	CE-02 a CE-09	Pista	0,00	0,00	2,76	0,00	0,00	2,76		
Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura	Solo	J-04/J-06/J-07	Pista	0,00	0,00	19,76	0,00	0,00	19,76		
Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura	Solo	J-01/J-08/J-09	Pista	0,00	0,00	23,46	0,00	0,00	23,46		
Imprimação	EAI	Manaus/AM	Canteiro de Obras	1.239,00	0,00	14,47	403,53	0,00	1.662,90		
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,00	5,90	0,00				
Tratamento superficial duplo c/ banho diluído	RR-2C	Cuiabá/MT	Canteiro de Obras	0,00	0,00	14,47	1.117,72	0,00	1.138,09		
		Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,00	5,90	0,00				
		Pedreira P-01	Canteiro de Obras	0,00	0,00	31,09	60,49				
Materiais para O.A.C. e Drenagem	Brita	Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,00	5,90	0,00	0,00	97,48		
		Ouro Preto do Oeste/RO	Canteiro de Obras	0,00	0,00	12,55	52,00				
	Brita	Pedreira P-01	Canteiro de Obras	0,00	0,00	31,09	60,49	0,00	91,58		
	Rachão	Pedreira P-01	Canteiro de Obras	0,00	0,00	31,09	60,49				
	Areia	Areal A-02	Canteiro de Obras	0,00	0,00	33,07	0,00	0,00	33,07		
	Grama	Ouro Preto do Oeste/RO	Canteiro de Obras	0,00	0,00	12,55	52,00				
	Madeira	Unupá/RO	Canteiro de Obras	0,00	0,00	14,47	2,72	0,00	17,19		
	Tubo	Ouro Preto do Oeste/RO	Canteiro de Obras	0,00	0,00	12,55	52,00				
	Aço	Ouro Preto do Oeste/RO	Canteiro de Obras	0,00	0,00	12,55	52,00	0,00	64,55		
	Materiais	Canteiro de Obras	Pista	0,00	0,00	5,90	0,00				
Materiais para sinalização	Diversos	Cuiabá/MT	Canteiro de Obras	0,00	0,00	14,47	1.117,72	0,00	1.132,19		
OBSERVAÇÕES:				GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA							
AUTORIA				APPROVAÇÃO DO DER / RO				DATA		DOCUMENTO	



QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE Ocorrências DE SOLOS / REFORÇO DO SUBLEITO															
Ocorrência	LOCALIZAÇÃO			Utilização	Volume Disponível (m³)	DISTRIBUIÇÃO				Espessura (m)	Largura Média (m)	Densidade ou Taxa de Aplicação	MASSA (t)	DMT (Km)	MOMENTO DE TRANSPORTES Ref S1 80 (t.x.km)
	Estaca	Lado	Altura do Eixo (Km)			Estaca Inicial	Estaca Final	Extensão (m)							
CE-02	534 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito	11.952.000	136 + 0,000	214 + 17,000	1.577,00	0,200	11.500	2,0625	7.480,894	7,21	53.937,244	
CE-02	534 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		214 + 17,000	223 + 17,000	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.224,529	6,35	7.775,759	
CE-02	534 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		223 + 17,000	279 + 12,600	1.115,60	0,200	11.500	2,0625	5.292,128	5,70	30.165,127	
CE-02	534 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		279 + 12,500	288 + 12,600	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.224,529	5,05	6.183,671	
CE-03	575 + 0,000	E	0,040	Reforço S.Leito	12.312.000	288 + 12,500	448 + 10,000	3.197,40	0,200	11.500	2,0625	15.167,666	4,18	63.400,845	
CE-03	575 + 0,000	E	0,040	Reforço S.Leito		448 + 10,000	457 + 10,000	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.224,529	2,49	3.049,077	
CE-04	575 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		457 + 10,000	650 + 10,000	3.660,00	0,200	11.500	2,0625	19.310,875	0,47	8.606,111	
CE-05	592 + 0,000	E	0,040	Reforço S.Leito		650 + 10,000	671 + 4,210	414,21	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	3.013,645	1,41	4.249,239	
CE-05	592 + 0,000	E	0,040	Reforço S.Leito	15.966.000	671 + 4,210	843 + 0,000	3.435,79	0,200	11.500	2,0625	15.298,529	3,34	54.437,086	
CE-07	854 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		843 + 0,000	854 + 2,080	222,08	0,200	INTERSS.01	2,0625	1.499,080	0,15	463,778	
CE-07	854 + 0,000	D	0,040	Reforço S.Leito		854 + 2,080	984 + 0,000	2.597,92	0,200	11.500	2,0625	12.323,883	1,34	16.514,003	
CE-08	952 + 5,000	E	0,040	Reforço S.Leito		984 + 0,000	997 + 0,000	260,00	0,200	INTERSS.02	2,0625	1.331,350	0,81	2.224,187	
CE-08	952 + 5,000	E	0,040	Reforço S.Leito	10.512.000	997 + 0,000	1.008 + 11,060	231,05	0,200	11.500	2,0625	1.086,043	1,05	1.150,646	
CE-08	952 + 5,000	E	0,040	Reforço S.Leito		1.008 + 11,060	1.017 + 11,050	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.224,529	1,25	1.530,661	
CE-09	1.010 + 5,000	E	0,040	Reforço S.Leito		1.017 + 11,050	1.075 + 1,420	1.150,37	0,200	11.500	2,0625	5.457,068	1,51	10.422,999	
CE-09	1.010 + 5,000	D	0,130	Reforço S.Leito		1.075 + 1,420	1.084 + 1,054	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.224,529	1,52	1.861,294	
CE-09	1.010 + 5,000	D	0,130	Reforço S.Leito	42.588.000	1.084 + 1,420	1.163 + 18,420	1.597,00	0,200	11.500	2,0625	7.575,769	2,40	16.181,849	
CE-09	1.010 + 5,000	D	0,130	Reforço S.Leito		1.163 + 18,420	1.172 + 18,420	180,00	0,200	ACESSO LINHA	2,0625	1.247,299	3,26	4.691,141	
CE-09	1.010 + 5,000	D	0,130	Reforço S.Leito		1.172 + 18,420	1.200 + 0,000	541,58	0,200	11.500	2,0625	2.569,120	3,64	9.351,597	
Volume Total Disponível					11.952.000										
Volume Utilizado no Reforço do Subleito										52.283,42					
Momento de transportes do Reforço do Subleito															
DMT (Ponderado) do Reforço do Subleito = (Momento de Transporte + Volume x 2,0625 = DMT)														297.596,700	
														2,76	

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE Ocorrências DE SOLOS - SUB BASE													
Ocorrência	LOCALIZAÇÃO			Utilização	Volume Disponível (m³)	DISTRIBUIÇÃO				VOLUME (m³)	DENSIDADE OU TAXA DE APLICAÇÃO	MASSA (t)	C.M.T. (km)
	Estrada	Lado	Altura do Bco (Km)			Estrada Inicial	Estrada Final	Extensão (m)	Largura Média (m)				
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base	48.200,000	136 + 0,000	214 + 17,000	15,770,00	10,900	3.437,860	2,0625	7.050,586	29,05
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		214 + 17,000	223 + 17,000	180,00	ACESSO LINHA	567,343	2,0625	1.170,145	29,91
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		223 + 17,000	279 + 12,600	1,115,00	10,900	2.432,008	2,0625	5.016,017	30,56
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		279 + 12,600	288 + 12,600	180,00	ACESSO LINHA	567,343	2,0625	1.170,145	31,21
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		288 + 12,600	448 + 10,000	3,197,40	10,900	6.970,332	2,0625	14.376,310	32,90
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		448 + 10,000	457 + 10,000	180,00	ACESSO LINHA	567,343	2,0625	1.170,145	34,59
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base	15.300,000	457 + 10,000	650 + 10,000	3.860,00	10,900	8.414,000	2,0625	17.355,525	35,61
J-07	0 + 0,000	D	25,540	Sub-base		650 + 10,000	671 + 4,210	414,21	ACESSO LINHA	1.401,915	2,0625	2.851,450	36,75
J-06	610 + 0,000	D	0,125	Sub-base		671 + 4,210	843 + 0,000	3.435,79	10,900	7.490,022	2,0625	15.448,170	3,06
J-06	610 + 0,000	D	0,125	Sub-base		843 + 0,000	854 + 2,080	222,08	INTERSE. 01	1.416,870	2,0625	2.921,882	4,90
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		854 + 2,080	984 + 0,000	2.597,92	10,900	5.663,466	2,0625	11.690,899	10,10
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		984 + 0,000	997 + 0,000	260,00	INTERSE. 02	1.256,416	2,0625	2.551,358	8,67
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base	19.800,000	997 + 0,000	1.008 + 11,050	231,05	10,900	503,699	2,0625	1.036,859	8,42
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.008 + 11,050	1.017 + 11,050	180,00	ACESSO LINHA	567,343	2,0625	1.170,145	8,23
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.017 + 11,050	1.075 + 1,420	1,150,37	10,900	2.507,807	2,0625	5.172,352	7,55
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.075 + 1,420	1.084 + 1,420	180,00	ACESSO LINHA	567,343	2,0625	1.170,145	6,89
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.084 + 1,420	1.163 + 1,722	1.597,00	10,900	3.481,460	2,0625	7.180,511	6,00
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.163 + 1,722	1.172 + 18,420	180,00	ACESSO LINHA	577,749	2,0625	1.191,607	5,13
J-04	1.410 + 0,000	E	0,275	Sub-base		1.172 + 18,420	1.200 + 0,000	541,68	10,900	1.180,644	2,0625	2.435,078	4,76
Momento de transportes da Sub-base													
Volume e Total Disponível											48.571,55		
Volume e Utilizado na Sub-Base													
Momento de transportes da Sub-base													
DMT (Médio) da Sub-Base = (Momento de Transporte + Volume + 2,0625 = DMT)													19,76
2.020.036,122													

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA

																			
CONVEXA										GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										(FUNDAMENTO DE PROJETO DE ENGENHARIA)									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA										PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA									
PROJETOS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA																			

**Revisão, Adequação e Atualização  
de Projeto Executivo de Engenharia**



[illegible]



[illegible]

## 5.4 - PROJETO DE DRENAGEM E OAC

---

## **5.4 - PROJETO DE DRENAGEM E OAC**

### **5.4.1 - Introdução**

O projeto de drenagem constitui seguramente o item mais importante a ser discutido em todas as fases de implantação de uma rodovia.

O sistema de drenagem é caracterizado pelo conjunto de dispositivos indispensáveis à promoção de desvio das águas superficiais e profundas do corpo e da plataforma de estradas, bem como das respectivas áreas adjacentes.

O adequado dimensionamento e a execução dos dispositivos de drenagem constituem elementos fundamentais para a qualidade final e a vida útil da rodovia, para a estabilidade de taludes de corte e aterro e do próprio corpo da estrada.

Além dos dispositivos de drenagem, a implantação de uma rodovia exige a previsão e a construção de obras de arte correntes, responsáveis pela condução das águas do talvegue de um lado da rodovia para outro.

### **5.4.2 - Metodologia**

Estão sendo utilizados os resultados proporcionados pelos estudos hidrológicos, dados geotécnicos e geométricos do projeto da rodovia, além das informações e dos dados colhidos no local e fornecidos pelas demais áreas do projeto rodoviário.

Tendo em vista o escoamento das águas pluviais que atingem a rodovia e as águas dos cursos d'água, perenes ou não, que cortam o traçado. A partir dos resultados dos estudos hidrológicos, estão sendo determinados os valores das vazões usadas para o dimensionamento das obras projetadas.

Após a análise do sistema existente, verificou-se a necessidade de adotar o complexo a seguir discriminado:

- Projeto de Drenagem Superficial;
- Projeto de Drenagem Profunda;
- Projeto de Obras de Arte Correntes;

### **5.4.3 - Projeto de Drenagem Superficial**

O sistema de drenagem superficial está sendo projetado de forma a escoar de maneira rápida e segura, as águas pluviais que incidam sobre a plataforma da rodovia e terrenos marginais que a delimitem, bem como disciplinar o escoamento de pequenos cursos d'água e conduzi-los para locais de deságue seguro.

O dimensionamento das sarjetas consiste em determinar-se a máxima extensão admissível, para a qual não ocorra o transbordamento das mesmas.

Esta extensão está condicionada à capacidade máxima de vazão, levando-se em conta o tipo de obra e declividade de instalação que permita determinar o posicionamento dos diversos dispositivos de drenagem superficial.

Os passos gerais adotados no dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial são demonstrados abaixo:

**a) Avaliação da vazão de contribuição (Qp)**

A determinação da vazão de contribuição foi feita através do Método Racional, abaixo descrito:

$$Qp = 0,278CIA, \text{ onde}$$

Qp – descarga de contribuição, em m<sup>3</sup>/s;

C – coeficiente de escoamento superficial, adimensional, variando com o recobrimento da área de contribuição, sendo:

- coeficiente para áreas pavimentadas: Cp = 0,90;
- coeficiente para taludes gramados: Cg = 0,60;
- coeficiente para superfície de concreto: Cc = 0,90.

No caso de terreno natural, a classificação variará com o tipo de solo, cobertura vegetal, etc.

I – intensidade da precipitação em mm/h para um tempo de concentração de 6 minutos e um período de recorrência de 10 anos;

A – área de contribuição no dispositivo estudado, em km<sup>2</sup>, determinada através de levantamentos topográficos, aerofotogramétricos ou expeditos.

---

**b) Determinação da capacidade máxima de vazão (q)**

No estudo hidráulico dos canais para drenagem superficial, admite-se o escoamento permanente e uniforme. O escoamento uniforme é aquele em que toda a seção transversal do canal tem área e velocidade constantes.

Utilizou-se para cálculo a fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad 1)$$

Onde:

v = velocidade de escoamento, em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

R = raio hidráulico, em m;

i = declividade de linha d'água do canal, em m/m.

Utilizou-se também a fórmula da Continuidade:

$$q = A.V \quad (2)$$

Onde:

q = capacidade máxima de vazão, em m<sup>3</sup>/s;

A = área da seção molhada do canal, em m<sup>2</sup>;

V = velocidade de escoamento, em m/s.

Substituindo (1) em (2):

$$q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2}$$

**c) Cálculo da máxima extensão admissível (L)**

O dimensionamento do meio-fio, sarjeta e valetas, consiste em determinar a máxima extensão admissível, ou comprimento crítico, de modo que não ocorra o transbordamento das mesmas.

Esta extensão está condicionada à capacidade máxima de vazão, para cada tipo de obra e sua declividade de instalação para que permita o posicionamento correto das saídas, descidas d'águas e caixas coletoras.

Para determinar o comprimento crítico, iguala-se a capacidade máxima de escoamento ( $q$ ) com a vazão de projeto atribuída ( $Q_p$ ). Assim:

$$q = Q_p = 0,278CIA$$

$$q = 0,278CILD \times 10^{-6}$$

Daí vem que,

$$L = \frac{q}{0,278CID} \times 10^6$$

Onde:

$L$  = comprimento crítico, em m;

$q$  = capacidade máxima de vazão, em  $m^3/s$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

$I$  = intensidade de precipitação, em mm/h;

$D$  = largura da faixa que contribui para o dispositivo, em m.

#### **d) Determinação da Velocidade Máxima Permissível**

O dimensionamento da velocidade máxima permissível de cada dispositivo de drenagem em estudo, não deve ultrapassar os valores pré-estabelecidos, em função do tipo de revestimento utilizado, de modo a não comprometer o funcionamento e a vida útil do dispositivo estudado.

Quando a velocidade de escoamento ultrapassar a máxima permissível, ou seja, aquele limite de erosão, deve-se estudar outros meios para minimizar este efeito.

Os dispositivos de drenagem superficial a serem utilizados neste projeto são detalhados a seguir:

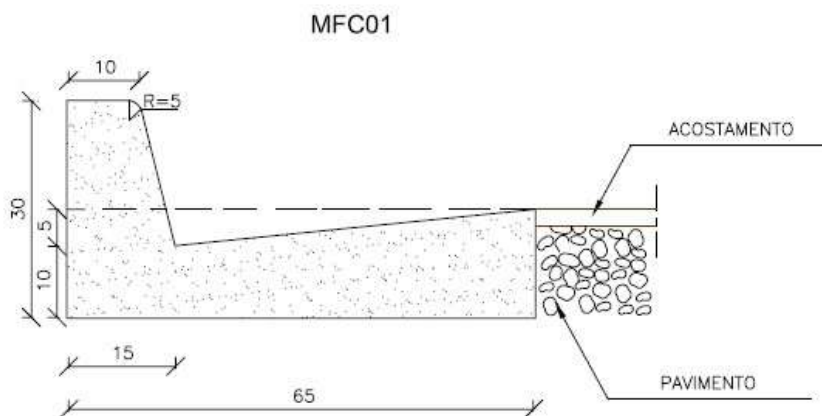
##### **6.4.3.1 - Sarjetas de Aterro ou Meio-Fio**

Os meios-fios são limitadores físicos da plataforma rodoviária, com diversas

finalidades, entre as quais, destaca-se a função de proteger o bordo da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas sobre a plataforma que, decorrentes da declividade transversal, tendem a verter sobre os taludes dos aterros. Desta forma, os meios-fios têm a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para os pontos previamente escolhidos para lançamento.

Para este projeto, foram projetados os meios-fios de concreto MFC-01, MFC-05 e MFC-03 do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT, com inclinações de 1:10 para o lado da pista e de 1:3 para o lado do talude de corte, permitindo uma altura máxima de lâmina d'água de 0,30 m, 0,30m e 0,25 m, respectivamente.

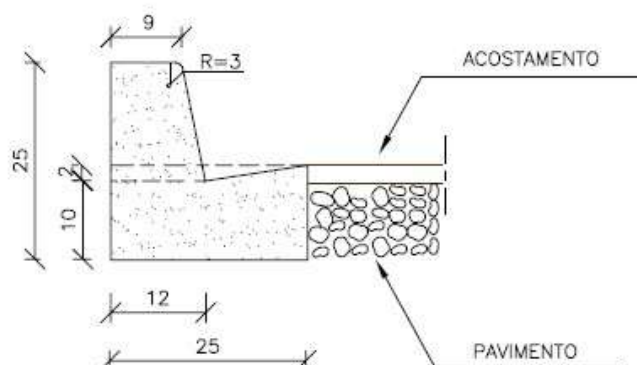
Para determinação da área molhada, foi considerada uma inundação máxima da plataforma de 1,00 m, para a chuva de projeto.



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	≤ 0,10m <sup>3</sup> /m
CONCRETO fck 15MPa	0,103m <sup>3</sup> /m
FORMAS DE MADEIRA COMUM	0,710m <sup>2</sup> /m

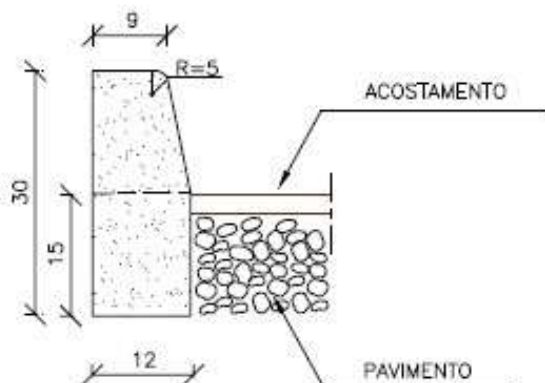


MFC03



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	$\leq 0,05\text{m}^3/\text{m}$
CONCRETO fck 15MPa	$0,042\text{m}^3/\text{m}$
FORMAS DE MADEIRA COMUM	$0,505\text{m}^2/\text{m}$

MFC05



CONSUMOS MÉDIOS	
ESCAVAÇÃO	$\leq 0,05\text{m}^3/\text{m}$
CONCRETO fck 15MPa	$0,034\text{m}^3/\text{m}$
FORMAS DE MADEIRA COMUM	$0,63\text{m}^2/\text{m}$

#### 5.4.3.1.1 - Dimensionamento das Sarjetas de Aterro ou Meio-Fio

Para a determinação do comprimento crítico da sarjeta de aterro, calcula-se a vazão máxima escoada pela sarjeta utilizando a Fórmula da Continuidade mostrada anteriormente, considerando-se a declividade  $i$  (%) do seu fundo, o raio hidráulico ( $R$ ) e a área de inundação do meio-fio através da altura máxima de chuva na seção.

Igualando-se o valor da vazão admissível ( $q$ ) ao valor da vazão de projeto ( $Q_p$ ), da Fórmula do Método Racional, tem-se:

$$q = Q_p = 0,278CIA \quad (1),$$

Onde:

$q$  - capacidade de vazão da sarjeta, em  $m^3/s$ ;

$Q_p$  - vazão de projeto, em  $m^3/s$ ;

$C$  - coeficiente de escoamento, sendo:

- coeficiente para áreas pavimentadas:  $C_p = 0,90$ ;

- coeficiente para taludes gramados:  $C_g = 0,60$ ;

- coeficiente para superfícies de concreto:  $C_c = 0,90$ .

- coeficiente para terreno natural:  $C_s = 0,60$ .

$I$  – intensidade da precipitação em  $mm/h$  para um tempo de concentração de 6 minutos e um período de recorrência de 10 anos;

$A$  – área de contribuição para a sarjeta, em  $km^2$ , sendo:

$$A = L \times D \times 10^{-6} \quad (2)$$

Onde:

$L$  - comprimento máximo da sarjeta, em  $m$ ;

$D$  - largura da bacia contribuinte, formada pelo talude de corte e semi-pista (trecho em tangente) ou pista (trecho em curva), em  $m$ ;

Substituindo-se a equação (2) em (1), vem que:

$$q = 0,278CILD \times 10^{-6}$$

Isolando  $L$ , temos que:

$$L = \frac{q}{0,278CID} \times 10^6$$

O comprimento crítico ( $L$ ) foi determinado para cada situação do trecho em estudo:

1. trechos em tangente
2. trechos em curva - bordo interno
3. trechos em curva - bordo externo

---

---

**Dispositivo principal ao longo do trecho****Memória de Cálculo – MFC 03**

a) Área (A):

$$A = 0,0413 \text{ m}^2$$

b) Perímetro Molhado (P):

$$P = 1,6985 \text{ m}$$

c) Raio Hidráulico (R):

$$R = \frac{A}{P} = 0,0243 \text{ m}$$

d) Coeficiente de rugosidade (n):

$$n = 0,014$$

e) Velocidade de Escoamento (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

$$V = 5,9950 \sqrt{i}$$

f) Capacidade máxima de vazão (q):

$$q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2}$$

$$q = 0,2475 \sqrt{i}$$

g) Largura total (L):

$$L_t = 5,13 \text{ m (em tangente)}$$

$$L_c = 10,13 \text{ m (em curva).}$$

h) Coeficiente de escoamento (C):

$$C_t \text{ e } L_c = 0,9$$

---

A intensidade de chuva  $I$  adotada para este dimensionamento é aquela correspondente para um período de concentração ( $T_r$ ) de 10 anos e um tempo ( $t$ ) de 6 minutos, de valor igual a  $I = 188,27$  mm/h.

Com todos os valores encontrados, determinou-se a capacidade máxima de vazão ( $q$ ) do meio-fio em  $m^3/s$  para declividades do greide ( $i$ ) entre 0,50% e 8,0%. A partir daí, calculou-se o comprimento crítico do meio-fio. A tabela com os resultados dos cálculos encontra-se a seguir:

PLANILHA DE CÁLCULO DE VAZÃO PARA SARJETA E MEIO FIO (TR 10 anos TC 6 min)																				
SEMI-PISTA + ACOSTAMENTO (TANGENTE)																				
Tipo de Sarjeta	Y (1)	Y (2 e 3)	$\theta$ (1 e 2) (°)	$\theta$ (3) (°)	n	l (m/m)	Z=lg $\theta$ (1 e 2)	Z=lg $\theta$ (3)	Vo (m/s)	Q <sub>1</sub> (m³/s)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	Q <sub>3</sub> (m³/s)	Q <sub>0</sub> (m³/s)	d(seg)	tp (min)	i (mm/h)	L (m)	C	d (m)	A (m²)
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0015	6,50	33,34	0,42	0,005	0,002	0,009	0,012	60,00	2,36	188,27	4,13	0,9	60,34	249,21
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0035	6,50	33,34	0,65	0,007	0,003	0,014	0,018	90,00	2,32	188,27	4,13	0,9	92,17	380,68
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0050	6,50	33,34	0,77	0,008	0,003	0,016	0,021	110,00	2,37	188,27	4,13	0,9	110,17	455,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0075	6,50	33,34	0,95	0,010	0,004	0,020	0,026	130,00	2,29	188,27	4,13	0,9	134,93	557,26
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0100	6,50	33,34	1,09	0,012	0,004	0,023	0,030	155,00	2,36	188,27	4,13	0,9	155,80	643,47
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0125	6,50	33,34	1,22	0,013	0,005	0,026	0,034	170,00	2,32	188,27	4,13	0,9	174,19	719,42
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0150	6,50	33,34	1,34	0,015	0,005	0,028	0,037	190,00	2,36	188,27	4,13	0,9	190,82	788,08
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0180	6,50	33,34	1,47	0,016	0,006	0,031	0,041	205,00	2,33	188,27	4,13	0,9	209,03	863,30
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0200	6,50	33,34	1,55	0,017	0,006	0,032	0,043	220,00	2,37	188,27	4,13	0,9	220,34	910,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0250	6,50	33,34	1,73	0,019	0,007	0,036	0,048	245,00	2,36	188,27	4,13	0,9	246,35	1017,41
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0300	6,50	33,34	1,89	0,021	0,008	0,040	0,052	265,00	2,33	188,27	4,13	0,9	269,86	1114,52
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0350	6,50	33,34	2,05	0,022	0,008	0,043	0,057	290,00	2,36	188,27	4,13	0,9	291,48	1203,82
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0400	6,50	33,34	2,19	0,024	0,009	0,046	0,061	310,00	2,36	188,27	4,13	0,9	311,61	1286,94
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0450	6,50	33,34	2,32	0,025	0,009	0,049	0,064	330,00	2,37	188,27	4,13	0,9	330,51	1365,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0500	6,50	33,34	2,45	0,027	0,010	0,051	0,068	345,00	2,35	188,27	4,13	0,9	348,39	1438,84
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0550	6,50	33,34	2,57	0,028	0,010	0,054	0,071	365,00	2,37	188,27	4,13	0,9	365,39	1509,07
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0600	6,50	33,34	2,68	0,029	0,011	0,056	0,074	380,00	2,36	188,27	4,13	0,9	381,64	1576,17
SEMI-PISTA + ACOSTAMENTO (EM CURVA)																				
Tipo de Sarjeta	Y (1)	Y (2 e 3)	$\theta$ (1 e 2) (°)	$\theta$ (3) (°)	n	l (m/m)	Z=lg $\theta$ (1 e 2)	Z=lg $\theta$ (3)	Vo (m/s)	Q <sub>1</sub> (m³/s)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	Q <sub>3</sub> (m³/s)	Q <sub>0</sub> (m³/s)	d(seg)	tp (min)	i (mm/h)	L (m)	C	d (m)	A (m²)
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0015	6,50	33,34	0,42	0,005	0,002	0,009	0,012	30,00	1,18	188,27	8,13	0,9	30,65	249,21
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0035	6,50	33,34	0,65	0,007	0,003	0,014	0,018	45,00	1,16	188,27	8,13	0,9	46,82	380,68
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0050	6,50	33,34	0,77	0,008	0,003	0,016	0,021	55,00	1,19	188,27	8,13	0,9	55,97	455,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0075	6,50	33,34	0,95	0,010	0,004	0,020	0,026	65,00	1,14	188,27	8,13	0,9	68,54	557,26
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0100	6,50	33,34	1,09	0,012	0,004	0,023	0,030	75,00	1,14	188,27	8,13	0,9	79,15	643,47
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0125	6,50	33,34	1,22	0,013	0,005	0,026	0,034	85,00	1,16	188,27	8,13	0,9	88,49	719,42
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0150	6,50	33,34	1,34	0,015	0,005	0,028	0,037	95,00	1,18	188,27	8,13	0,9	96,94	788,08
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0180	6,50	33,34	1,47	0,016	0,006	0,031	0,041	105,00	1,19	188,27	8,13	0,9	106,19	863,30
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0200	6,50	33,34	1,55	0,017	0,006	0,032	0,043	110,00	1,19	188,27	8,13	0,9	111,93	910,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0250	6,50	33,34	1,73	0,019	0,007	0,036	0,048	125,00	1,20	188,27	8,13	0,9	125,14	1017,41
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0300	6,50	33,34	1,89	0,021	0,008	0,040	0,052	135,00	1,19	188,27	8,13	0,9	137,09	1114,52
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0350	6,50	33,34	2,05	0,022	0,008	0,043	0,057	145,00	1,18	188,27	8,13	0,9	148,07	1203,82
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0400	6,50	33,34	2,19	0,024	0,009	0,046	0,061	155,00	1,18	188,27	8,13	0,9	158,29	1286,94
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0450	6,50	33,34	2,32	0,025	0,009	0,049	0,064	165,00	1,19	188,27	8,13	0,9	167,90	1365,00
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0500	6,50	33,34	2,45	0,027	0,010	0,051	0,068	175,00	1,19	188,27	8,13	0,9	176,98	1438,84
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0550	6,50	33,34	2,57	0,028	0,010	0,054	0,071	185,00	1,20	188,27	8,13	0,9	185,62	1509,07
MFC03	0,0650	0,0450	81,254	88,282	0,014	0,0600	6,50	33,34	2,68	0,029	0,011	0,056	0,074	190,00	1,18	188,27	8,13	0,9	193,87	1576,17

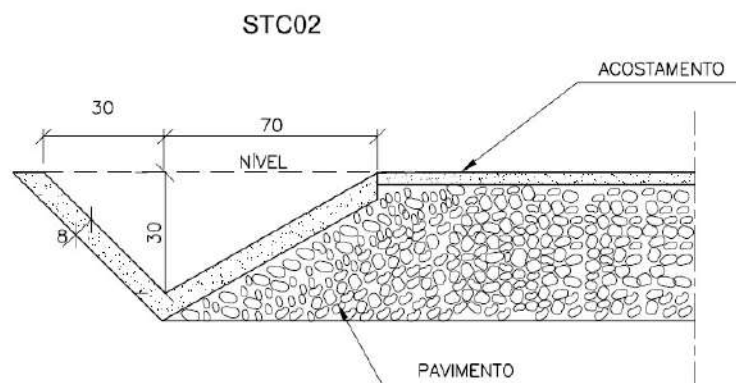
### 5.4.3.2 - Sarjetas

#### 5.4.3.2.1 - Sarjetas de Corte

As sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinais construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos destinados a interceptar os deflúvios que podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego.

Por razões de segurança, as sarjetas têm geralmente a forma triangular, trapezoidal ou semicircular. A execução das sarjetas deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 18/2006.

Para este projeto, estão sendo projetadas sarjetas de concreto do tipo STC-02 e SZC-01, do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT, permitindo em ambas, uma altura máxima de lâmina d'água de 0,30m.



CONSUMOS MÉDIOS	
CONCRETO $f_{ck} > 15\text{MPa}$	$0,089\text{m}^3/\text{m}$
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 8,0cm)	$0,65\text{m}/\text{m}$
ARGAMASSA ASFÁLTICA	$0,16\text{kg}/\text{m}$
ESCAVAÇÃO EM SOLO (EVENTUAL)	$\leq 0,21\text{m}^3/\text{m}$
SOLO LOCAL (EVENTUAL)	$\leq 0,20\text{m}^3/\text{m}$

#### 5.4.3.1.3 - Dimensionamento das Sarjetas de Corte

Para a determinação do comprimento crítico da sarjeta de corte, calcula-se a vazão máxima escoada pela sarjeta utilizando a Fórmula da Continuidade mostrada anteriormente, considerando-se a declividade  $i$  (%) do seu fundo, correspondente a declividade do greide, o raio hidráulico ( $R$ ) e a área geométrica da sarjeta ( $A$ ).

Igualando-se o valor da vazão admissível ( $q$ ) ao valor da vazão de projeto ( $Q_p$ ), da Fórmula do Método Racional, tem-se:

$$q = Q_p = 0,278CIA \quad (1),$$

Onde:

$q$  - capacidade de vazão da sarjeta, em  $m^3/s$ ;

$Q_p$  - vazão de projeto, em  $m^3/s$ ;

$C$  - coeficiente de escoamento, sendo:

- coeficiente para áreas pavimentadas:  $C_p = 0,90$ ;
- coeficiente para taludes gramados:  $C_g = 0,60$ ;
- coeficiente para superfícies de concreto:  $C_c = 0,90$ .
- coeficiente para terreno natural:  $C_s = 0,60$ .

$I$  – intensidade da precipitação em  $mm/h$  para um tempo de concentração de 5 minutos e um período de recorrência de 10 anos;

$A$  – área de contribuição para a sarjeta, em  $km^2$ , sendo:

$$A = L \times D \times 10^{-6} \quad (2),$$

Onde:

$L$  - comprimento máximo da sarjeta, em  $m$ ;

$D$  - largura da bacia contribuinte, formada pelo talude de corte e semi-pista (trecho em tangente) ou pista (trecho em curva), em  $m$ ;

Substituindo-se a equação (2) em (1), vem que:

$$q = 0,278CILDX10^{-6}$$



---

Isolando L, temos que:

$$L = \frac{q}{0,278CID} \times 10^6$$

O comprimento crítico (L) foi determinado para cada situação do trecho em estudo:

1. trechos em tangente
2. trechos em curva - bordo interno
3. trechos em curva - bordo externo

---

---

### Memória de Cálculo – STC 02

a) Área (A):

$$A = 0,150 \text{ m}^2$$

b) Perímetro Molhado (P):

$$P = 1,1858 \text{ m}$$

c) Raio Hidráulico (R):

$$R = \frac{A}{P} = 0,12650 \text{ m}$$

d) Coeficiente de rugosidade (n):

$$n = 0,014$$

e) Velocidade de Escoamento (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

$$V = 17,99942 \sqrt{i}$$

f) Capacidade máxima de vazão (q):

$$q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2}$$

$$q = 2,699913 \sqrt{i}$$

g) Largura total (D):

$$D_t = L_1 + L_{2t} + 3,00 \text{ (em tangente).}$$

$$D_{ci} = L_1 + L_{2ci} + 3,00 \text{ (em curva – bordo interno).}$$

$$D_{ce} = L_1 + L_{2ce} + 3,00 \text{ (em curva – bordo externo).}$$

Onde:

$L_1$  = largura do retângulo de área equivalente à de corte;

$L_2$  = largura da pista contribuinte para situação dos trechos em tangente ( $L_{2t}$ ), em curva-bordo interno ( $L_{2ci}$ ) e em curva-bordo externo ( $L_{2ce}$ ).

A intensidade de chuva  $I$  adotada para este dimensionamento é aquela correspondente para um período de concentração ( $T_r$ ) de 10 anos e um tempo ( $t$ ) de 6 minutos, de valor igual a  $I = 188,27$  mm/h.

Com todos os valores encontrados, determinou-se a capacidade máxima de vazão ( $q$ ) da sarjeta em  $m^3/s$  para declividades do greide ( $i$ ) entre 0,75% e 8,0%. A partir daí, calculou-se o comprimento crítico da sarjeta de corte ( $L$ ). A tabela com os resultados dos cálculos encontra-se a seguir:

CÁLCULO DO COMPRIMENTO CRÍTICO DE SARJETA DO TIPO:								STC-02			
ELEMENTOS GEOMÉTRICOS E HIDRÁULICO DA SARJETA								ELEMENTOS HIROLOGICOS DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO			
	a (m)	b (m)	h (m)	A (m)	P (m)	R (m)	n	tc (min.)	C	TR (anos)	I (mm/h)
	0,300	0,700	0,300	0,150	1,186	0,126	0,014	6	0,9	6	188,27
LARGURA DE IMPLUVIO	I (m/m)	6,0	12,0	15,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	Veloc.	Área
i = 0,15 %	0,0015	370	185	148	111	74	56	44	37	0,70	2222
i = 0,35 %	0,0035	566	283	226	170	113	85	68	57	1,06	3394
i = 0,50 %	0,0050	676	338	270	203	135	101	81	68	1,27	4056
i = 0,75 %	0,0075	828	414	331	248	166	124	99	83	1,56	4968
i = 1,00 %	0,0100	956	478	382	287	191	143	115	96	1,80	5736
i = 1,25 %	0,0125	1069	534	428	321	214	160	128	107	2,01	6413
i = 1,50 %	0,0150	1171	585	468	351	234	176	141	117	2,20	7025
i = 1,68 %	0,0168	1239	620	496	372	248	186	149	124	2,33	7435
i = 1,75 %	0,0175	1265	632	506	379	253	190	152	126	2,38	7588
i = 2,00 %	0,0200	1352	676	541	406	270	203	162	135	2,55	8112
i = 2,50 %	0,0250	1512	756	605	453	302	227	181	151	2,85	9070
i = 3,00 %	0,0300	1656	828	662	497	331	248	199	166	3,12	9935
i = 3,50 %	0,0350	1789	894	715	537	358	268	215	179	3,37	10731
i = 4,00 %	0,0400	1912	956	765	574	382	287	229	191	3,60	11472
i = 4,50 %	0,0450	2028	1014	811	608	406	304	243	203	3,82	12168
i = 5,00 %	0,0500	2138	1069	855	641	428	321	257	214	4,02	12826
i = 5,50 %	0,0550	2242	1121	897	673	448	336	269	224	4,22	13452
i = 6,00 %	0,0600	2342	1171	937	703	468	351	281	234	4,41	14051
i = 6,50 %	0,0650	2437	1219	975	731	487	366	292	244	4,59	14624
i = 7,00 %	0,0700	2529	1265	1012	759	506	379	304	253	4,76	15176
i = 7,50 %	0,0750	2618	1309	1047	785	524	393	314	262	4,93	15709
i = 8,00 %	0,0800	2704	1352	1082	811	541	406	324	270	5,09	16224
i = 8,50 %	0,0850	2787	1394	1115	836	557	418	334	279	5,25	16724

### 5.4.3.3 - Entradas e Descidas d'água

As entradas para descida d'água são dispositivos de drenagem destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente.

A execução de entradas para descida d'água deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 21/2004.

As descidas d'água são dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talwegues interceptados pelo terraplenagem e que vertem sobre os taludes de cortes ou de aterros.

Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária à sua canalização e condução por meio de dispositivos adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades e desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue, previamente escolhidos.

A execução das descidas d'água deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 21/2004.

Neste projeto executivo estão sendo utilizadas as entradas d'águas do tipo EDA-01 (nas bordas das plataformas) e EDA-02 (nos pontos baixos) e para as descidas d'água lisas do tipo DAR-02 (canal retangular em concreto simples), nos aterros com até 7 m de altura, descidas d'água em degraus do tipo DAD-02 (em concreto armado) nos demais aterros, sendo todos os dispositivos do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT, padronizados pelo órgão e que atendem à demanda.

#### 5.4.3.3.1 Dimensionamento Hidráulico (Entradas D'água)

O dimensionamento hidráulico da entrada d'água consiste em determinar a largura da entrada de forma a conduzir, sem turbulências, toda a água proveniente das sarjetas até as respectivas descidas d'água. O valor de L, largura da entrada, ou seja, correspondente à abertura da sarjeta, é dado pela fórmula:

$$L = \frac{Q}{K \times Y \times \sqrt{g \times Y}}$$

---

Onde:

L = comprimento da abertura na sarjeta ou largura da entrada d'água, de modo a interceptar todo o seu fluxo (m);

Q = descarga afluyente pela sarjeta (m<sup>3</sup>/s);

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>);

y = altura do fluxo na sarjeta (m);

K = coeficiente, função da declividade, tomado igual a 0,20 para declividades da sarjeta entre 2% e 5% (adimensional).

A determinação dos demais elementos constituintes da entrada d'água pode ser feita como se segue, conhecidas "a priori" a largura B e a altura H da descida d'água, que para este projeto são B=0,50m e H=0,20m (DAR-02) e B=0,50m e H=(b+0,458) (DAD-02).

- O espaçamento entre o alinhamento da sarjeta e o início da descida, X, deve ser igual a 2,5 vezes a largura da descida d'água, B;
- O raio da curva da concordância entre a entrada d'água e a descida d'água deve ser igual a altura H da descida;
- O valor mínimo recomendado para a largura da saída d'água é de 7 vezes a largura B da descida d'água.

As entradas d'água, serão indicadas nas notas de serviço do Projeto Executivo, Volume 2 (Minuta) com base nos critérios apresentados no dimensionamento de entrada d'água.

#### **5.4.3.3.2 Dimensionamento Hidráulico (Descidas D'água)**

O dimensionamento hidráulico consiste em calcular as dimensões da descida d'água de forma que esta possa conduzir ao deságue seguro a vazão a ela destinada por outros dispositivos de drenagem superficial.

Estão sendo adotado o método de dimensionamento através da expressão empírica seguinte, fixando-se o valor da largura (L) e determinando-se o valor da altura (H).

$$Q = 2,07 \times L^{0,9} \times H^{1,6}$$

Onde:

---

$Q$  = Descarga de projeto a ser conduzida pela descida d'água, em  $m^3/s$ ;

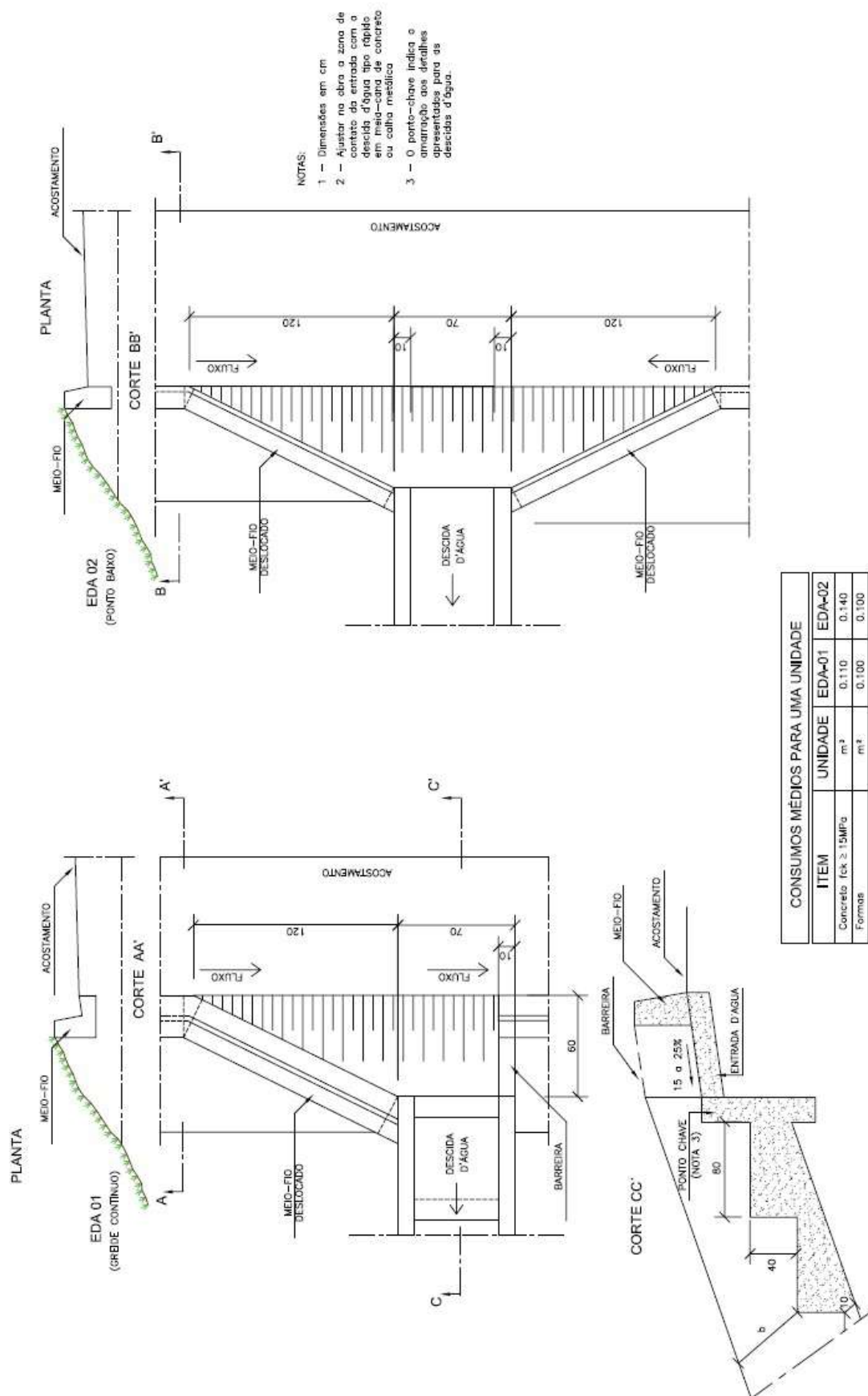
$L$  = Largura da descida d'água, em m;

$H$  = altura média das paredes laterais da descida, em m.

**– Cálculo da velocidade da água no pé da descida.**

O modelo adotado é a DAR-02 com  $L=0,5m$  e  $H = 0,2m$  com uma vazão estimada de 84 l/s compreendendo assim o dimensionamento de meio-fio, esse tipo de descida já é padronizado pelo DNIT. As descidas serão posicionadas nos comprimentos críticos dos meio fios. As descidas d'água, estão indicadas nas notas de serviço do Projeto Executivo, com base nos critérios apresentados no dimensionamento.

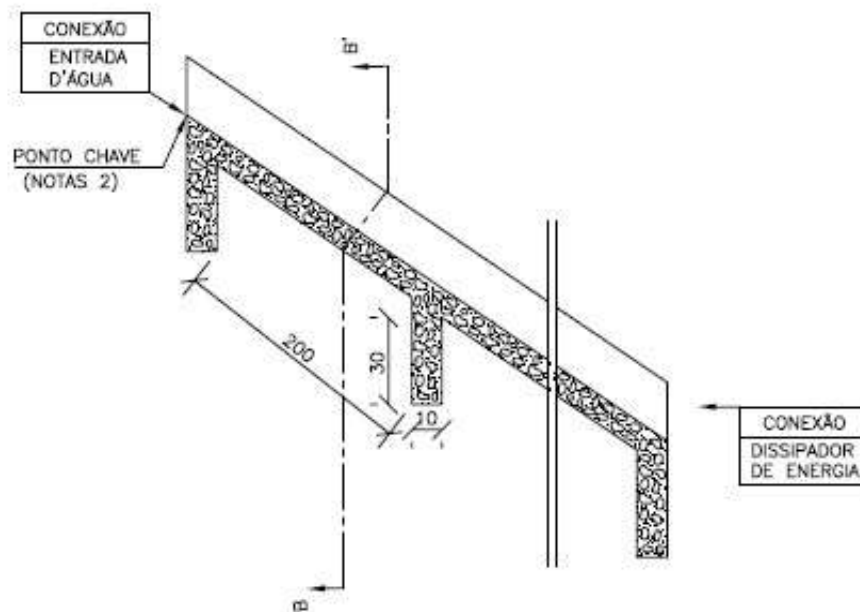
## ENTRADAS PARA DESCIDAS D'ÁGUA - EDA



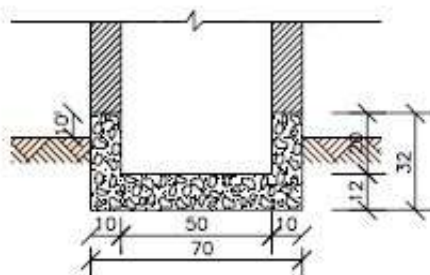


## DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO (I)

### DAR - 02 CANAL RETANGULAR EM CONCRETO SIMPLES CORTE LONGITUDINAL



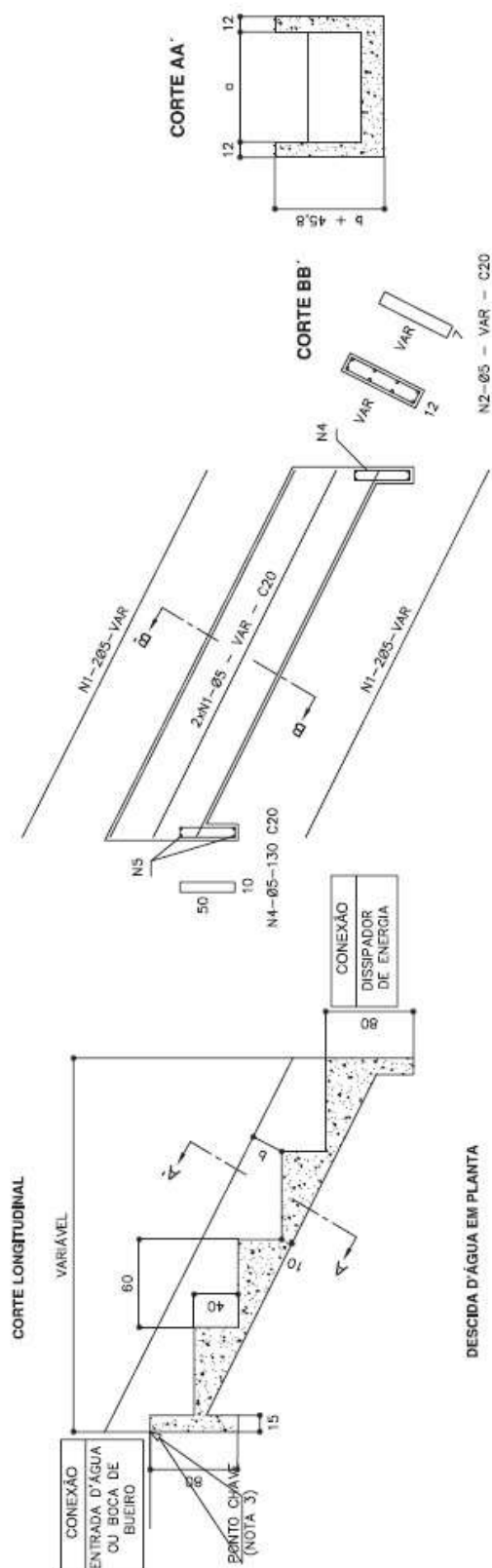
### CORTE TRANSVERSAL BB'



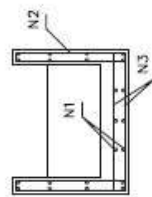
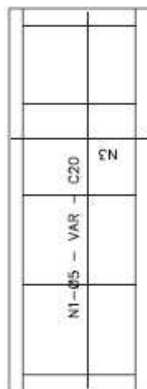
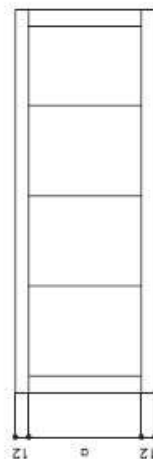
### CONSUMOS MÉDIOS

CONCRETO $f_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$	$0,137 \text{ m}^3/\text{m}$
FORMAS	$1,10 \text{ m}^2/\text{m}$
ESCAVAÇÃO	$0,20 \text{ m}^3/\text{m}$
APILOAMENTO	$0,15 \text{ m}^3/\text{m}$

## DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS EM DEGRAUS - DAD



### DESCIDA D'ÁGUA EM PLANTA



N3-Ø5 - VAR - C20  
7

N3-Ø5 - VAR - C20  
7

### DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS

DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS														
CONCRETO SIMPLES/ARMADO								CONCRETO ARMADO						
TIPO	ADAPTÁVEL EM	a	b	CONCRETO (m³/m)	FORMAS (m²/m)	ESCAVAÇÃO (m³/m)	APILOAMENTO (m³/m)	TIPO	N1 (kg/m)	N2 (kg/m)	N3 (kg/m)	N4 (kg/m)	N5 (kg/m)	PESO (kg/m)
DAD 01/02	MEIO-FIO	50	10	0,40	0,81	0,17	0,08	DAD 02	1,72	0,76	1,43	0,24	0,17	4,32
DAD 03/04	BSTC Ø60	218	15	0,99	1,77	0,54	0,27	DAD 04	5,17	0,93	4,32	0,96	0,58	11,96
DAD 05/06	BSTC Ø80	269	20	1,18	2,13	0,66	0,33	DAD 06	6,20	1,10	5,20	1,12	0,71	14,33
DAD 07/08	BSTC Ø100	321	25	1,37	2,50	0,77	0,36	DAD 08	7,23	1,27	6,09	1,36	0,84	16,79
DAD 09/10	BSTC Ø120	367	30	1,54	2,85	0,87	0,43	DAD 10	7,92	1,45	6,89	1,52	0,95	18,73
DAD 11/12	BSTC Ø150	498	35	2,00	3,61	1,17	0,56	DAD 12	10,67	1,62	9,14	2,08	1,27	24,78
DAD 13/14	BSTC Ø100	474	30	1,91	3,38	1,11	0,55	DAD 14	9,64	1,45	8,73	1,92	1,22	22,96
DAD 15/16	BSTC Ø120	542	35	2,15	3,83	1,25	0,63	DAD 16	11,71	1,62	9,90	2,24	1,38	26,85
DAD 17/18	BSTC Ø150	705	40	2,72	4,76	1,63	0,81	DAD 18	14,46	1,79	12,71	2,89	1,78	33,62

#### NOTAS:

- 1 - Dimensões em mm, bitola das barras em aço CA-60;
- 2 - Utilizar concreto fck = 15MPa;
- 3 - O ponto chave indica a amarração aos detalhes apresentados para as entradas d'água;
- 4 - Serão colocados juntos de dilatação a cada 10m e preenchidos com argamassa asfáltica;
- 5 - Intercolar dentes de ancoragem a cada 5m, medindo 15x40cm, em toda a extensão da seção transversal.

---

#### 5.4.3.4 - Dissipadores de energia

Os dissipadores de energia são dispositivos que visam promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

A execução dos dissipadores de energia deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 22/2006.

Neste projeto executivo serão utilizados os dissipadores de energia do tipo DES 02 nas saídas das sarjetas de concreto, e o tipo DED 01 nas saídas das descidas d'águas em aterro, sendo ambos os dispositivos do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT, padronizados pelo órgão e que atendem à demanda.

##### 5.4.3.4.1 - Dimensionamento hidráulico

O dimensionamento hidráulico é a função da velocidade de escoamento d'água a montante e da altura do fluxo afluyente.

O ressalto hidráulico que ocorre na bacia de amortecimento é função da variação do número de Froude. E a determinação deste ressalto hidráulico permite o dimensionamento do dispositivo. Calcula-se o número de Froude pela expressão:

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}}$$

Onde:

F1 = Número de Froude;

V1 = velocidade do fluxo afluyente à bacia, em m/s ;

Y1 = altura do fluxo afluyente à bacia, em m;

g = aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>;

A equação que determina a altura do fluxo na saída da bacia de amortecimento, após do ressalto, é:

$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \left( \sqrt{1 + 8F_1^2} \right) - 1$$

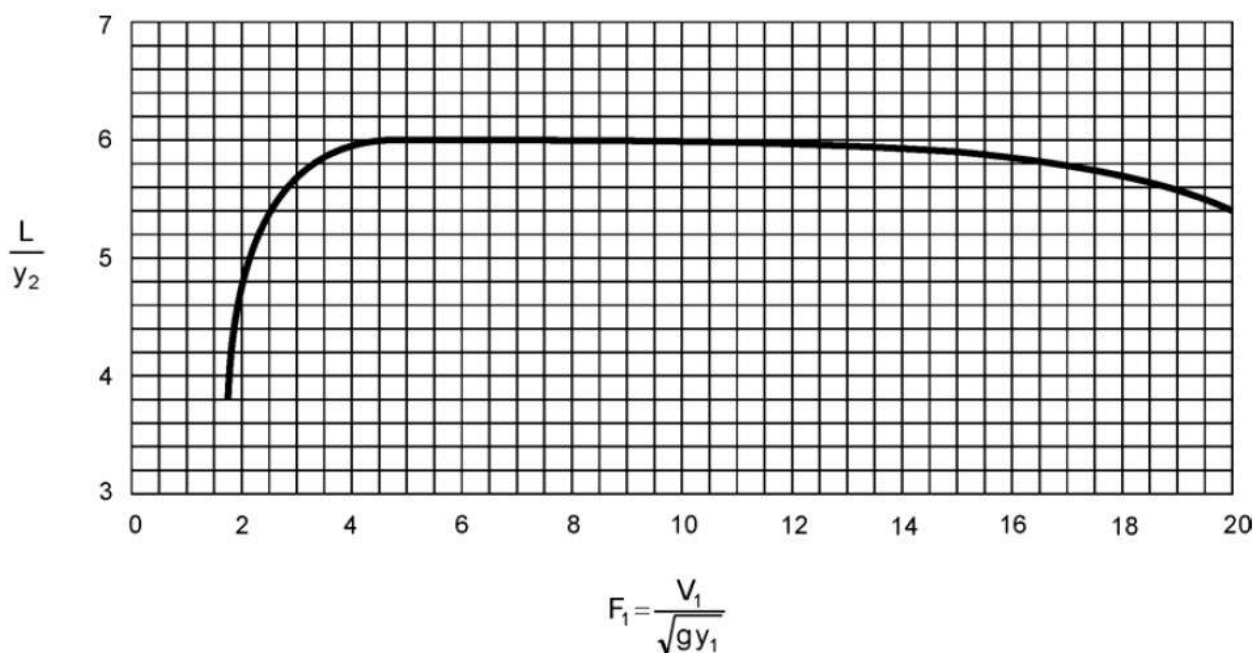
Onde:

Y2 = Altura do fluxo na saída, em m;

Y1 e F1 = como descrito acima.

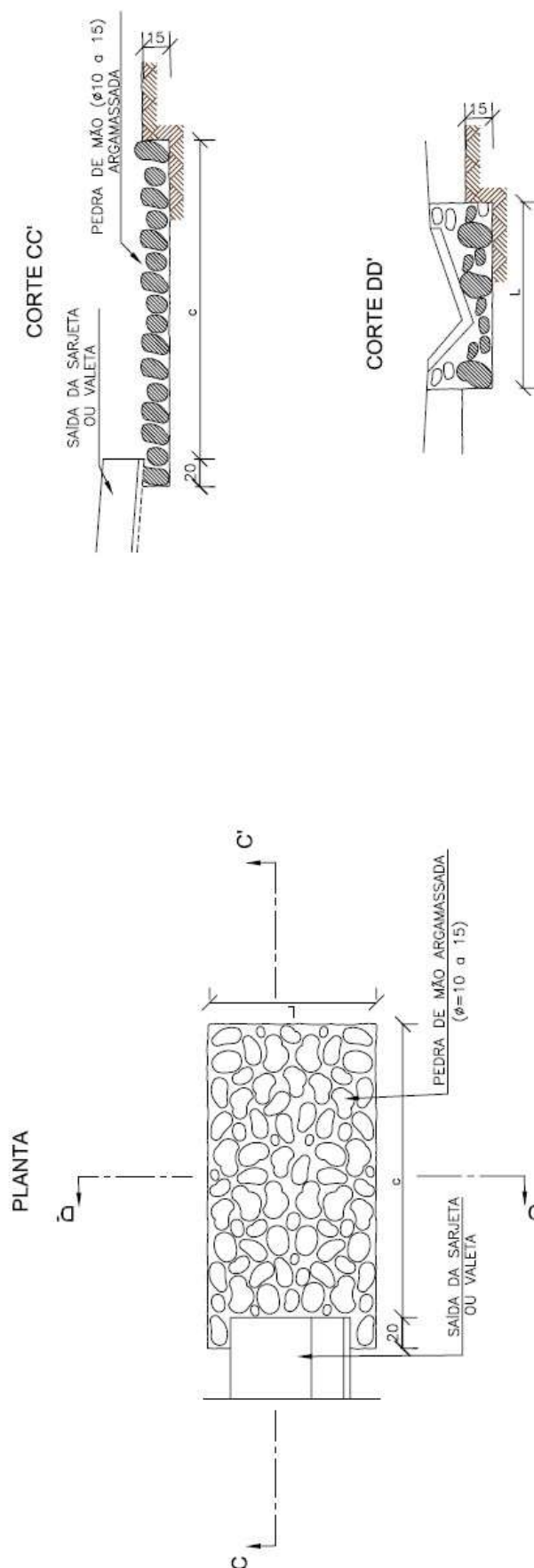
Calculado o número de Froude e determinada a altura do fluxo afluyente, calcula-se o valor de Y2 pela equação acima. A longitude do ressalto, e, por conseguinte o comprimento da bacia de amortecimento, pode ser determinada pelo gráfico abaixo, baseado em experiências de laboratório do BPR.

**Curva para levantamento do comprimento do ressalto**



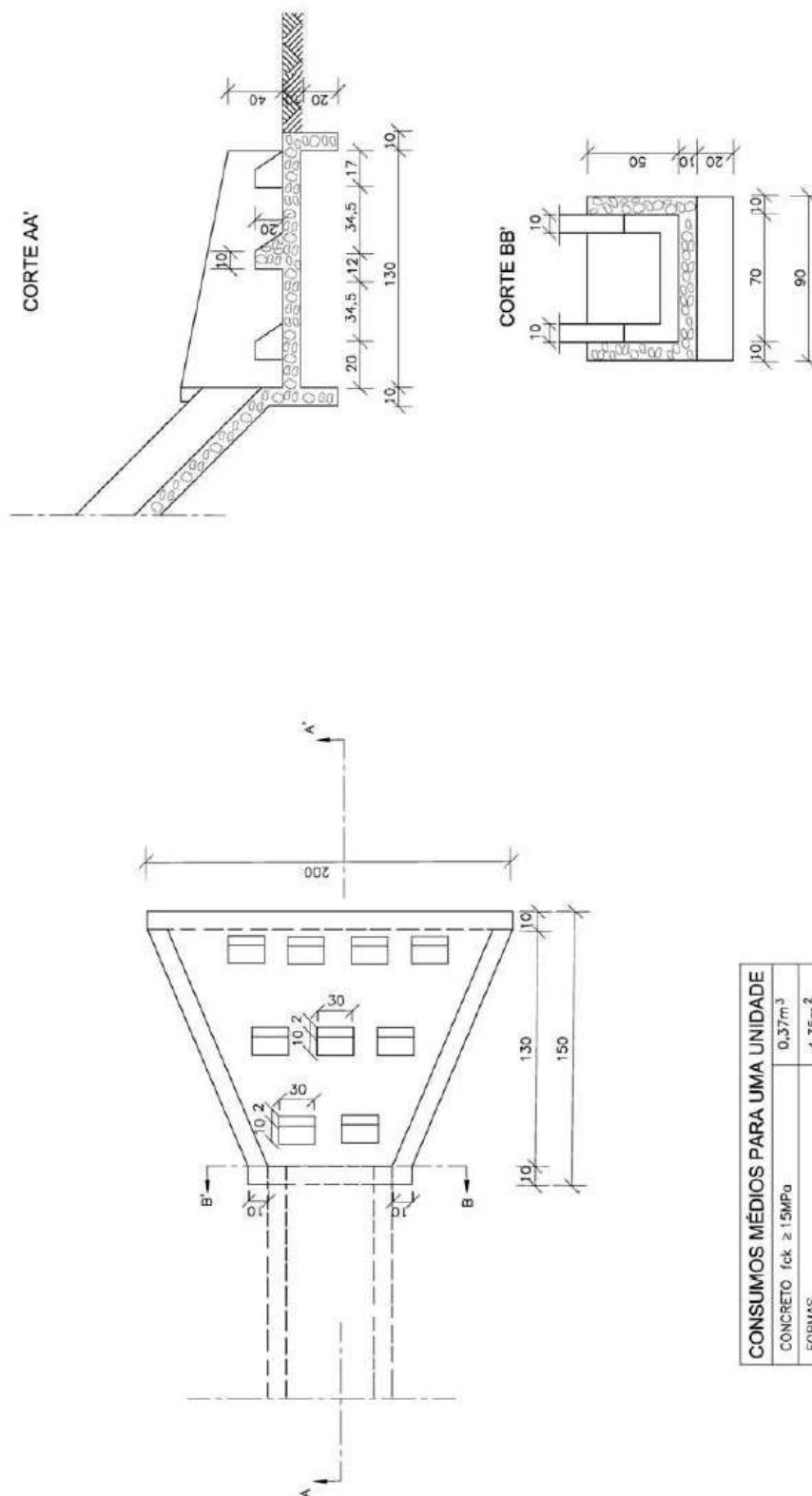
Os dissipadores, estão indicados nas notas de serviço do Projeto Executivo, com base nos critérios apresentados no dimensionamento.

## DISSIPADORES DE ENERGIA(I) APLICÁVEIS A SAÍDAS DE SARJETAS E VALETAS - DES



DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS PARA UMA UNIDADE				
TIPO	ADAPTÁVEL EM	C	L	PEDRA ARGAMASSADA (m³)
DES. 01	STC03/04-SZC02	200	110	0,33
DES. 02	STC02-SZC01	200	130	0,39
DES. 03	STC01-VPC02/04	200	135	0,47
DES. 04	MPC01/03	200	150	0,57

# DISSIPADORES DE ENERGIA - (III) APLICÁVEIS A DESCIDAS D'ÁGUA DE ATERROS TIPO RÁPIDO - DED - 01



Notas:  
1- Dimen:  
2- Os dentes serão fundados simultaneamente com a soleira, formando conjunto monolítico.



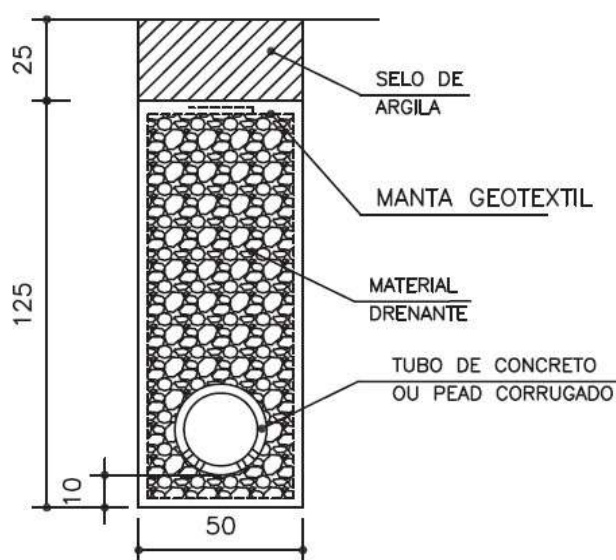
#### 5.4.4 - Projeto de Drenagem Profunda

Os drenos longitudinais profundos são dispositivos instalados nas camadas sub-superficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságue das águas que se infiltram pelo pavimento ou estão contidas no próprio maciço e que, por ação do tráfego e carregamento, podem comprometer a estrutura do pavimento e a estabilidade do corpo estradal.

A execução dos drenos longitudinais profundos deve ser realizada em consonância às diretrizes preconizadas na Especificação de Serviço DNIT nº 15/2006.

Os drenos longitudinais profundos consistem basicamente de valas abertas paralelamente ao eixo da estrada, sob a plataforma, **com um tubo PEAD perfurado de 0,10m (solo)** de diâmetro assentado no fundo da vala, protegido por uma camada drenante de brita.

Será previsto a construção de dreno longitudinal profundo em solo do tipo **DPS-07**, com conexão nas suas saídas com as bocas de saída de dreno BSD-02.



Os drenos subterrâneos deverão ser implantados durante o acabamento da terraplanagem, de modo a favorecer as condições construtivas.

Os tubos de dreno PEAD deverão satisfazer aos requisitos impostos pelas especificações de materiais DNIT 093/2006 - EM: Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de



---

Alta Densidade (PEAD) para Drenagem Rodoviária. O material para junção dos tubos drenos de PEAD será a luva de emenda.

As valas deverão ser escavadas de acordo com a largura e o alinhamento indicados no projeto. Os tubos de tipo e dimensões requeridas deverão ser assentados em berços, adequadamente compactados e acabados, de modo a serem preservadas as cotas de projeto perfeitamente estáveis para o carregamento previsto.

O material de envolvimento dos drenos deverá ser firmemente adensado, adotando-se compactador vibratório, de modo a garantir a imobilidade dos tubos, as espessuras das camadas e a perfeita graduação granulométrica dos materiais drenante. As juntas da ponta e da bolsa deverão ser colocadas de modo que as bolsas fiquem voltadas para o lado ascendente da declividade.

A parte superior da vala deverá então ser preenchida com material argiloso, conforme indicado no projeto, cuidando-se quando da utilização de bases granulares para que haja a continuidade de permeabilidade, de modo a favorecer o esgotamento das águas que, por infiltração, possam ficar retidas na camada. Todos os materiais de enchimento deverão ser compactados com equipamentos vibratórios e na umidade adequada para o perfeito adensamento das camadas. Nas extremidades de saída das valas deverão ser instalados terminais, em conformidade com as indicações do projeto.

#### **5.4.5 - Projeto de Obras de Arte Correntes**

##### **5.4.5.1 - Bueiros Tubulares e Celulares de Concreto.**

O projeto de bueiros terá a finalidade de determinar a mais econômica forma e dimensões para escoar uma dada descarga de projeto  $Q_p$ . (obtidos através dos estudos hidrológicos), dentro das condições locais em que a obra será implantada.

No dimensionamento de bueiros, ou na verificação de suficiência dos bueiros existentes, serão analisadas duas hipóteses: Bueiros trabalhando como canal ou Bueiros trabalhando como orifício, obedecendo as seguintes recomendações:

a) - Para o dimensionamento do bueiro trabalhando como canal, o tempo de recorrência é de 25 anos;

b) - Para o dimensionamento do bueiro trabalhando como orifício, o tempo de recorrência é de 50 anos.

As obras foram relacionadas de acordo com os elementos de interesse, passíveis de serem indicados, conforme o escopo do projeto.

Os quadros de localização, dimensionamento e características dos bueiros projetados serão apresentados no Volume 2 – Projeto de Execução. Nestes, identificam-se diversos elementos tais como:

### **1.1) – Bueiros projetados**

- Localização;
- Cotas de montante e jusante;
- Tipo (simples, duplos, triplos tubulares e celulares de concreto) e seus respectivos diâmetros;
- Comprimento de montante e de jusante;
- Declividade;
- Escondidade.

### **1.2) – Bueiros existentes**

- Localização;
- Escondidade;
- Prolongamento a montante e ou de jusante.

### **5.4.5.2 - Dimensões mínimas**

Os bueiros projetados serão tubulares ou celulares de concreto, cujas dimensões mínimas adotadas foram:

- Bueiro Tubular :  $\varnothing$  0,60 m;
- Bueiro Celular : 2,0 x 2,0 m.

### **5.4.5.3 - Demonstrativo do cálculo hidráulico**

Para os estudos hidráulicos se considerará o nível d'água a montante do bueiro, tangenciando a parte superior do mesmo.

---

Ao aumento de declividade de um bueiro a vazão aumenta até um limite de declividade chamada de “declividade crítica”, que denominaremos de  $I_c$ .

A esta declividade  $I_c$  corresponde a “vazão crítica”  $Q_c$ , que é a máxima vazão para cada tipo de bueiro.

A velocidade crítica  $V_c$  corresponde a “declividade crítica”  $I_c$ .

A descarga a jusante é considerada livre.

Assim podemos calcular:

**a) Velocidade crítica ( $V_c$ )**

$$V_c = \sqrt{2gh_v}$$

Onde:

$g$  – Aceleração da gravidade

$h_v$  – Altura de carga devida a velocidade, tomando-se os seguintes valores:

$h_v = 0,3113D$  (para bueiros tubulares)

$h_v = 0,3113H$  (para bueiros celulares)

**b) Vazão crítica ( $Q_c$ )**

A vazão crítica foi calculada apartir da equação da continuidade:

$$Q_c = A.V_c$$

A área de seção crítica ( $A_c$ ) é função da altura crítica ( $h_c$ ) e esta é igual a :

$$h_c = 0,689D \text{ (para bueiros tubulares)}$$

$$h_c = 0,667H \text{ (para bueiros celulares)}$$

Resultando respectivamente:

$$Q_c = 1.533D^{5/2}$$

$$Q_c = 1.70BH^{3/2}$$

---

**c) Declividade crítica (Ic)**

$$Ic = \frac{n^2 g h v}{R^{4/3}}$$

O coeficiente de Manning  $n$  foi tomado igual a 0,014 para bueiros tubulares de concreto e 0,016 para bueiros celulares de concreto, resultando:

$$Ic = \frac{0,735}{D^{1/3}} \quad (\text{para bueiros tubulares})$$

$$Ic = \frac{0,075}{H^{1/3}} \left( 3 + \frac{4H}{B} \right)^{4/3} \quad (\text{para bueiros celulares})$$

**5.4.5.4 - Demolição de concreto simples e armado**

Ao longo do segmento, existem bocas de bueiros tubulares e celulares, que necessitam ser demolidos, seja, por prolongamento do bueiro existente, seja, por se encontrarem quebradas (bueiros a manter).

Estes serviços consistem na demolição de estruturas de concreto, sendo que o concreto simples deverá ser removido mecanicamente com auxílio de martelo pneumático. Já o concreto armado deverá ser removido mecanicamente com auxílio de martelo pneumático e corte oxiacetileno.

A medição dos serviços deverá ser realizada em função do volume de concreto efetivamente demolido, em metros cúbicos.

Foi proposto a utilização do material demolido como berma no pé dos taludes de aterro ajudando e/ou complemento no controle da estabilidade e ainda servindo como dissipador de energia para as águas pluviais que incidem sobre o talude de aterro, garantindo assim um controle ambiental adequado. Foi previsto uma distância de 100,00m para a realização desta solução.

VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA DOS BUEIROS																	
Nº do Bueiro	Nº da Bacia	Localização estática	Área da Bacia (km²)	Descarga de Projeto (m³/s)		Tipo	Clima a Executar		Dedividades I %	Altura Alentejo s/Cliva (m)	Capacidade do Bueiro			Observações			
				TR=15 anos	TR=25 anos		TR=50 anos	Vazão (m³/s)			Veloc. (m/s)	h x D	Vazão (m³/s)		Veloc. (m/s)		
RO-010 / LOTE 01																	
01	01	140+0,00	0,03	0,33	0,35	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,525	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
02	02	168+0,00	0,30	2,39	2,56	-	BSTC	1,20	-	1,000	1,084	2,42	2,79	1,20	3,79	3,35	Implantar
03	03	210+0,00	0,24	2,01	2,17	-	BSTC	1,20	-	1,000	1,171	2,42	2,79	1,20	3,79	3,35	Implantar
04	04	266+15,00	Área Mínima	-	-	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,790	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
05	04	270+10,00	Área Mínima	-	-	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,790	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
06	04	276+0,00	1,51	-	8,78	9,66	BSCC	2,00	x 2,00	0,500	1,295	9,64	3,62	1,20	17,30	4,32	*Galotia Mista / Talvoque o Founa
07	05	338+0,00	0,19	1,62	1,73	-	BSTC	1,20	-	1,000	1,289	2,42	2,79	1,20	3,79	3,35	Implantar
08	06	380+8,00	Área Mínima	-	-	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,161	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
09	06	362+3,00	1,52	-	8,24	8,98	BSCC	2,00	x 2,00	0,500	0,672	9,64	3,62	1,20	17,30	4,32	Implantar
10	07	403+8,74	0,08	0,76	0,81	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,055	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
11	07	413+0,00	Área Mínima	-	-	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,106	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
12	08	444+7,73	0,11	1,02	1,08	-	BSTC	1,00	-	1,000	2,297	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
13	09	470+16,00	Área Mínima	-	-	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,617	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
14	09	473+10,00	0,64	4,41	4,72	-	BSTC	1,20	-	1,000	1,841	4,84	2,79	1,20	7,58	3,35	Implantar
15	10	508+0,00	0,04	0,38	0,40	-	BSTC	1,00	-	1,000	1,042	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
16	11	527+11,00	0,04	0,38	0,40	-	BSTC	1,00	-	1,000	3,589	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
17	12	542+10,00	0,04	0,44	0,46	-	BSTC	1,00	-	1,000	5,076	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
18	13	567+7,00	0,05	0,50	0,59	-	BSTC	1,00	-	1,000	4,493	1,53	2,55	1,20	2,40	3,06	Implantar
19	14	585+10,00	0,21	1,80	1,92	-	BSTC	1,20	-	1,000	2,740	2,42	2,79	1,20	3,79	3,35	Implantar
20	15	619+18,71	0,20	1,70	1,81	-	BSTC	1,20	-	1,000	2,096	2,42	2,79	1,20	3,79	3,35	Implantar
21	16	632+0,00	0,01	0,12	0,13	-	BSTC	0,80	-	1,000	1,037	0,88	2,28	1,20	1,37	2,73	Implantar
22	17	646+0,00	0,08														



[illegible]

## **5.5 - PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**



---

## **5.5 - PROJETO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

### **5.5.1 – Considerações**

Ao longo de toda a extensão do presente projeto executivo, RO-010 Lote 01, não existem cursos d'águas que necessitem de transposição através de obras de arte especiais, pontes.

## **5.6 - PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS**

---

## 5.6 - PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

### 5.6.1 - Introdução

O projeto de interseções e acessos foram desenvolvidos em conformidade com as instruções de serviços em vigor no DNIT, levando em consideração uma série de condicionantes, dentre as quais os elementos de tráfego, fatores físicos, econômicos e ambientais.

### 5.6.2 – Veículo de Projeto

Através da contagem volumétrica classificatória de tráfego foi verificado a participação significativa ou acima da média de semi-reboques, sendo adotado como veículo de projeto o veículo **SR**. O veículo de projeto escolhido abrangeu e cobriu os veículos representativos da frota, de modo que a participação dos veículos remanescentes com características mais desfavoráveis foi reduzida ao mínimo e os efeitos adversos consequentes desprezados.

### 5.6.3 – Tipo de Interseção Adotada

O tipo de interseções adotadas teve como princípio básico permitir a passagem de uma rodovia para outra e o fluxo direto da rodovia principal com o mínimo de demora e o máximo de segurança. Para alcançar esses objetivos a configuração da interseção e sua operação são evidentes e de fácil entendimento, e existe boa visibilidade entre os movimentos em conflito.

Para o presente projeto foram projetadas as chamadas “**Rótulas Modernas**”, que são caracterizadas pela **prioridade para o tráfego que está circulando na rotatória**, sendo colocados sinais “*Dê a preferência*” voltados para as correntes de tráfego que chegam à rotatória, dando clara preferência nos pontos de convergência para os veículos que vêm pela esquerda. Para entrar no fluxo da rotatória os veículos têm que aguardar intervalos adequados da corrente de tráfego, causando o mínimo de interferência. É também caracterizada pela **deflexão do tráfego de entrada**, sendo que a corrente de tráfego que entra na rotatória é canalizada pela ilha divisória de acesso, de modo a se inserir em um intervalo de tráfego ao longo da rotatória. A visão da ilha central, a ser obrigatoriamente contornada, complementa a orientação do veículo.

---

#### 5.6.3.1 - Fatores Positivos

1. Quando são bem projetadas permitem a circulação do trânsito de forma ordenada, contínua e segura;
2. Eliminam os cruzamentos, tornando os conflitos menos agudos e os acidentes que possam ocorrer, menos graves;
3. Apresentam melhor performance quando os volumes de tráfego são moderados e balanceados;
4. Reduzem o número de pontos de conflito;
5. Reduzem o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes, pela eliminação da rápida aceleração e desaceleração presentes nas interseções semaforizadas ou controladas por sinais de regulamentação;
6. Reduzem os tempos de espera;
7. Apresentam baixos custos de manutenção e operação;
8. Permitem manobras de retorno;
9. Melhoram a qualidade estética da interseção, com o aproveitamento paisagístico da ilha central;
10. Possuem maior capacidade que as interseções semaforizadas;
11. Adaptam-se bem a interseções com cinco ou mais ramos.

#### 5.6.3.2 - Fatores Negativos

1. Necessitam mais espaço (diâmetros da ilha central  $\geq 30$  m) e são geralmente mais onerosas que as interseções diretas;
2. Não são apropriadas quando o trânsito de pedestres é apreciável, pois alonga os percursos, já que não se pode cruzar a via rotatória;
3. Aumentam as distâncias percorridas pelos veículos, embora possam diminuir seus tempos de percurso;
4. São de difícil ampliação e, portanto, não se adaptam a planos de construção por etapas.

#### 5.6.3.3 - Princípios operacionais

Dois aspectos do comportamento dos motoristas são particularmente importantes para garantir um bom desempenho da rótula moderna: a obediência à regra de prioridade e a

utilização adequada das larguras das vias. A sinalização, portanto, adquire um papel fundamental na segurança e eficiência da operação.

Outro princípio operacional de destaque é a velocidade desenvolvida pelos veículos nas aproximações. Ela deverá ser reduzida, pois as características de projeto impedem que os veículos atravessem direta a interseção. Consequentemente, os movimentos de giro não poderão ser realizados a velocidades incompatíveis com a segurança, sobretudo no caso de veículos mais pesados. Também o fato dos veículos entrando terem que ceder a vez àqueles que já circulam na rotatória impede que as velocidades sejam elevadas, com importante reflexo na redução dos acidentes.

#### 5.6.3.4 - Ilha Central

A escolha das formas das ilhas centrais são as geométricas simples, como os círculos e as **elipses (adotado esta última)**, garantindo assim configurações de interseções simples e claras aos motoristas que por ela trafegam.

#### 5.6.3.5 - Entradas e Saídas

As entradas e saídas são elementos fundamentais na determinação da capacidade e nas condições operacionais das rotatórias modernas.

Os raios e ângulos nas entradas e saídas projetados garantem que os movimentos de giro sejam realizados com facilidade por todos os tipos de veículos passando pela rotatória, promovendo concordâncias suaves entre entradas e saídas adjacentes.

#### 5.6.3.6 - Parâmetros básicos de projeto

Quanto à capacidade de acomodação de grandes veículos de cargas e de transporte coletivo, o diâmetro externo atendeu o recomendado pela norma do DNIT.

Um detalhe construtivo importante refere-se à seção transversal da pista rotatória. Ela **nunca deve ser inclinada para o centro da rótula** para não provocar aumento de velocidade. É **conveniente que a declividade transversal seja inclinada para fora**, conforme projeto executivo, resultando em rampa positiva nas entradas na rotatória, melhorando a visibilidade dos veículos que nela trafegam para os que dela se aproximam. A combinação da inclinação da área da rótula como um todo com a superelevação da pista

rotatória não deverá resultar em valores superiores a 5% em nenhum de seus trechos. A solução ideal se obtém em áreas proximamente planas.

#### **5.6.4 – Acessos a linhas Vicinais (Ramais)**

Acessos a linhas Vicinais (Ramais) são as interseções de uma rodovia com uma via de ligação a propriedades marginais, de uso particular ou público. São destinadas principalmente a dar acesso a propriedades lindeiras ou caminho que liga povoações relativamente pequenas e próximas.

Fazem parte integrante de um acesso, todos os elementos destinados a ordenar os diversos movimentos do tráfego, incluindo canalizações, faixas de mudança de velocidade e seus tapers e demais faixas auxiliares.

#### **5.6.5 – Localização das Interseções e Acessos**

Foram analisados os esquemas de circulação das seguintes interseções:

- Interseção 01 – Entrº RO-010 / Linha 54 e Acesso Prop. Rurais;
- Interseção 02 – Entrº RO-010/ Acesso Prop. Rurais.

No desenvolvimento deste projeto de interseções será seguido a sistemática abaixo:

- Desenho em planta e perfil nas escalas 1:1000 respectivamente;
- Análise dos fluxogramas do tráfego;
- Visita ao trecho para observação do local da interseção e do acesso;
- Análise da situação atual de cada esquema de circulação.

#### **5.6.6 - Execução do Projeto**

Atualmente nestes locais não há obras existentes, haja vista que o segmento se encontra em fase de implantação.

Os locais em que estão previstas as interseções são favoráveis do ponto de vista topográfico devido às características do terreno.

A concepção que será adotada para as interseções é a chamada “**Rótula Moderna**” do tipo rótula circular vazada, com canteiros divisionais a fim de canalizar os fluxos de entrada e saída das vias que se cruzam.

---

### **5.6.7 - Apresentação do Projeto**

A concepção gráfica em planta do projeto de interseção e acesso, é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução, Projeto Geométrico.



## 5.7 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO

---

## **5.7 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO**

### **5.7.1 - Introdução**

A sinalização é um conjunto de mensagens transmitidas ao usuário, durante o percurso. Através dela, o usuário será conduzido de sua origem ao seu destino e será informado de todas as restrições que a via oferece e de todos os elementos que possam ao usuário interessar. Para efeito de exposição do projeto estabeleceu-se a seguinte subdivisão:

- Projeto de sinalização horizontal;
- Projeto de sinalização vertical.

O projeto de sinalização foi executado em conformidade com o "Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito" do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN volumes I, II, IV e VI datados de 2007 a 2021. Foi optado por uma solução que sem afetar a segurança do usuário fosse a mais econômica possível.

### **5.7.2 - Projeto de Sinalização Horizontal**

Comumente é feita através de pintura do pavimento e tem a finalidade de orientar o motorista dentro do critério pré-estabelecido, aumentando com isto, a segurança do tráfego.

No caso específico deste projeto, o sistema de sinalização foi concebido para uma rodovia em: Pista simples e com duas faixas de tráfego.

#### **5.7.2.1 - Estrutura de Sinalização Horizontal**

A sinalização horizontal da rodovia em destaque consistiu de:

- **Linha de bordo (LBO);**
- **Linha simples contínua (LFO-1);**
- **Linha simples seccionada (LFO-2);**
- **Linha dupla contínua (LFO-3);**
- **Linha contínua/seccionada (LFO-4);**
- **Linha de continuidade (LCO);**
- **Linha Simples Contínua (LMS-1);**
- **Linha Simples Seccionada (LMS-2);**

- Linhas de Retenção (LRE);
- Linhas de estímulo a redução de velocidade (LRV);
- Linhas de “Dê a preferência” (LDP) e Símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência (SIP);
- Dispositivos refletores;
- Linhas de canalização (LCA);
- Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA); e,

#### 5.7.2.2 - Linha de bordo (LBO)

Estas linhas serão contínuas em cor branca refletiva com 0,10m de largura e se localizarão na face externa dos bordos da pista de rolamento. Velocidade diretriz adotada = 60km/h.

VELOCIDADE – v (km/h)	LARGURA DA LINHA – l (m)
$v < 80$	0,10
$v \geq 80$	0,15

#### 5.7.2.3 – Linha simples seccionada (LFO-1)

A LFO-1 divide fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem e os deslocamentos laterais são proibidos para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro.

A LFO-1 pode ser complementada com Sinalização Vertical de Regulamentação R-7 – “Proibido Ultrapassar” onde a visibilidade da linha estiver prejudicada.

Podem ser aplicadas tachas ou tachões contendo elementos retrorrefletivos bidirecionais amarelos, para garantir maior visibilidade, tanto no período noturno quanto em trechos sujeitos a neblina. Serão feitas na cor amarelas refletiva com 0,10m de largura.

#### 5.7.2.4 – Linha simples seccionada (LFO-2)

Estas linhas serão interrompidas em intervalos regulares de 12,0m x 4,0m nas tangentes, e 4,0m x 4,0m a 152,0m da faixa de proibição de ultrapassagem, inclusive do lado em que se permite a transposição da faixa de proibição de ultrapassagem. Serão

executadas em cor amarela com 0,10m de largura e se localizarão no eixo das faixas de tráfego.

VELOCIDADE v (km/h)	LARGURA DA LINHA – l (m)	CADÊNCIA t : e	TRAÇO t (m)	ESPAÇAMENTO e (m)
v < 60	0,10*	1 : 2*	1*	2*
	0,10	1 : 2	2	4
		1 : 3	2	6
60 ≤ v < 80	0,10**	1 : 2	3	6
		1 : 2	4	8
		1 : 3	2	6
		1 : 3	3	9
v ≥ 80	0,15	1 : 3	3	9
		1 : 3	4	12

(\*) situações restritas às ciclovias.

(\*\*) Pode ser utilizada largura maior em casos que estudos de engenharia indiquem a necessidade, por questões de segurança.

#### 5.7.2.5 - Linha dupla contínua (LFO-3)

Foram projetadas linhas duplas contínuas para proibição de ultrapassagem nos locais com distância mínima de visibilidade de 75,00 metros, adotando-se o comprimento mínimo 152,0m. Previu-se a colocação dessas linhas em trechos, simples ou duplas que, para chamar atenção, serão feitas em cor amarelas refletiva com 0,10m de largura. As linhas de proibição de ultrapassagem foram complementadas pelo sinal de regulamentação R-7.

#### 5.7.2.6 - Linha contínua/seccionada (LFO-4)

Foram projetadas linha contínua / seccionada a fim de dividir fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem, a transposição e deslocamento lateral são proibidos ou permitidos. Foi previsto a utilizada em toda a extensão, ou em trechos de vias com sentido duplo de circulação com traçado geométrico vertical ou horizontal irregular (curvas acentuadas) que afetasse a segurança do tráfego por falta de visibilidade e nas aproximações de pontes, viadutos e túneis. Serão feitas na cor amarelas refletiva com 0,10m de largura.

### 5.7.2.7 - Linha de continuidade (LCO)

A LCO dá continuidade visual às marcações longitudinais principalmente quando há quebra no alinhamento em trechos longos ou em curvas. Foi mantido a largura da linha que a antecede. As medidas de traço e espaçamento (intervalo entre traços), foi adotada em função da velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:

VELOCIDADE $v$ (km/h)	CADÊNCIA $t : e$	TRAÇO $t$ (m)	ESPAÇAMENTO $e$ (m)
$v \leq 60$	1 : 1	1,00	1,00
$v > 60$	1 : 1	2,00	2,00

A LCO foi utilizada em razão dos estudos de engenharia que indicaram sua necessidade por questões de segurança. Também pode ser utilizada para dar continuidade à linha de divisão de fluxos no mesmo sentido, quando há supressão ou acréscimo de faixas de rolamento. Deve dar sequência ao alinhamento da marcação à qual complementa. Serão feitas nas cores branca e amarelas refletiva com 0,10m de largura, conforme indicado nas notas de serviços.

### 5.7.2.8 - Linha simples contínua (LMS-1)

Foram projetadas linhas simples contínuas para ordenar os fluxos de mesmo sentido de circulação delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e regulamentando as situações em que são proibidas a ultrapassagem e a transposição de faixa de trânsito, por comprometer a segurança viária. As linhas serão contínuas em cor branca refletiva com 0,10m de largura.

### 5.7.2.9 - Linha simples contínua (LMS-2)

Foram projetadas linhas simples contínuas para ordenar os fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível para cada faixa de trânsito e indicando os trechos em que a ultrapassagem e a transposição são permitidas. As linhas serão contínuas em cor branca refletiva com 0,10m de largura.

### 5.7.2.10 – Linhas de Retenção (LRE)

São linhas posicionadas transversalmente à pista para qual elas se aplicam, ocupando toda a sua largura, ao lado do correspondente sinal de regulamentação. Em situações de cruzamento de pista, elas se situam de forma paralela à via a ser cruzada, com afastamento mínimo de 0,60m e máximo de 5,0m, da borda daquela via. Possuem cor branca, contínua, com largura variando entre 0,40m a 0,60m. São indicadas para travessias de pedestres, semáforos, e para o presente projeto será utilizada nas interseções.

#### 5.7.2.11 – Linhas de estímulo a redução de velocidade (LRV)

A LRV é um conjunto de linhas paralelas que, pelo efeito visual, induz o condutor a reduzir a velocidade do veículo, de maneira que esta seja ajustada ao limite desejado em um ponto adiante na via.

A largura (l) da linha varia conforme a velocidade regulamentada na via, conforme quadro a seguir:

VELOCIDADE (km/h)	LARGURA DA LINHA – l (m)
$v < 60$	0,20
$60 \leq v \leq 80$	0,30
$v > 80$	0,40

Em cruzamentos e ondulações transversais, a última linha da LRV deve estar a uma distância mínima de 2,00 m, do ponto onde a velocidade já deva estar reduzida.

O número de linhas e espaçamento entre elas varia à medida que se aproximam do local onde o veículo deva estar com a velocidade reduzida, conforme método a seguir.

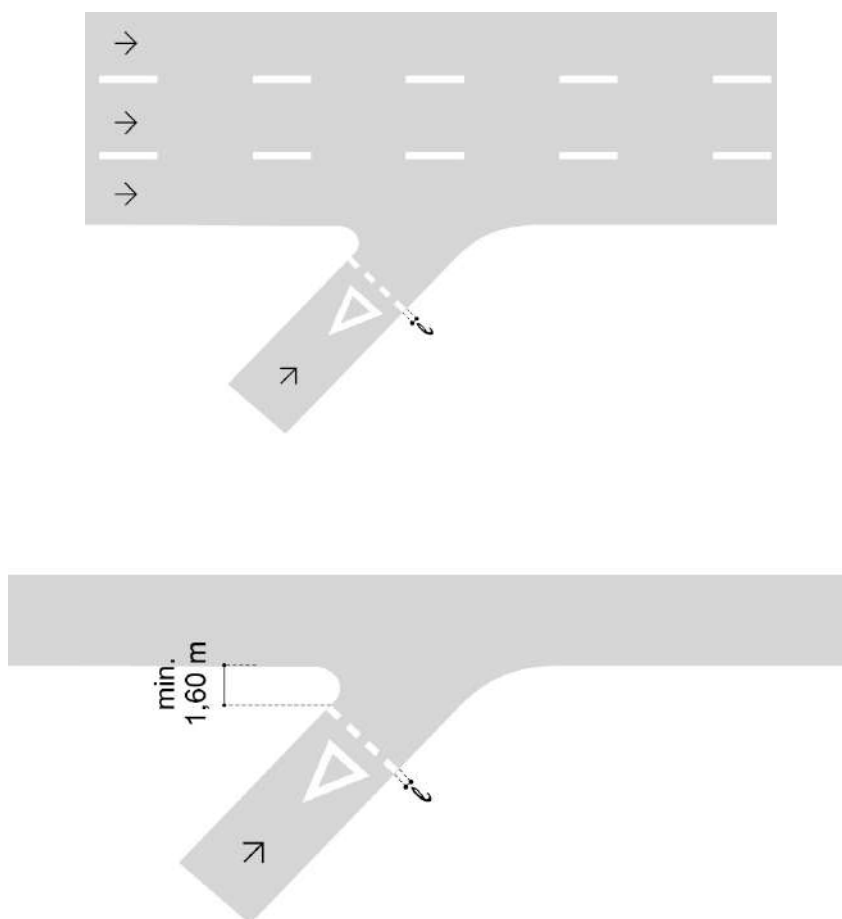
Devem estar acompanhadas de sinalização de regulamentação e advertência pertinentes à situação em que estão aplicadas.

As linhas serão contínuas em cor branca refletiva com 0,40m de largura.

#### 5.7.2.12 – Linhas de “Dê a preferência” (LDP) e Símbolo indicativo de interseção com via que tem preferência (SIP)

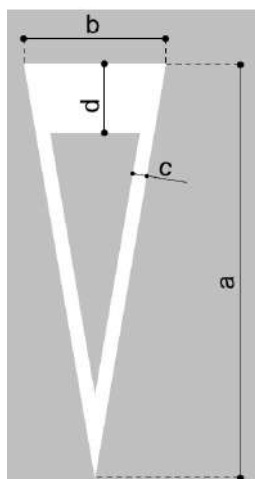
A **LDP** indicará ao condutor o local limite em que deve parar o veículo, quando necessário, em local sinalizado com o sinal R-2 “Dê a preferência”. Será utilizada nas interseções com a via que tem a preferência, geralmente caracterizada por volume de tráfego e/ou velocidade mais elevada, onde as condições geométricas e de visibilidade do acesso permitam o entrelaçamento dos fluxos.

Serão executadas na cor branca na razão 1:1 com comprimento de faixa de 50 cm e largura (l) de 30 cm, posicionada de forma alinhada com o sinal correspondente, acompanhada do sinal de regulamentação R-2 e complementada com a aplicação no pavimento do símbolo “Dê a preferência”.



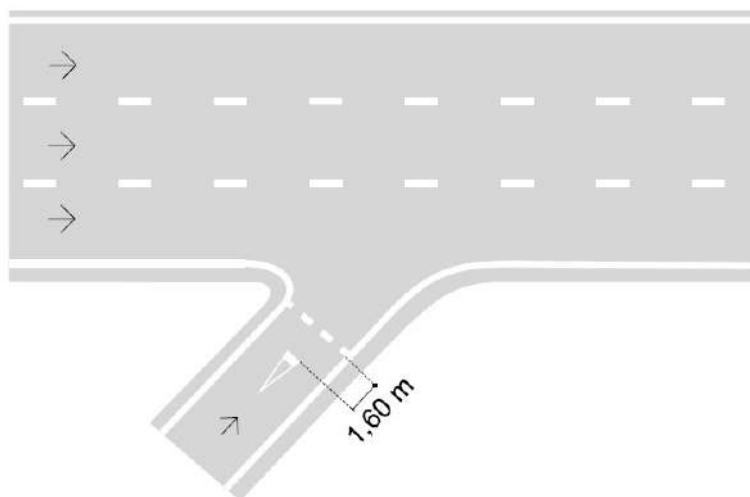
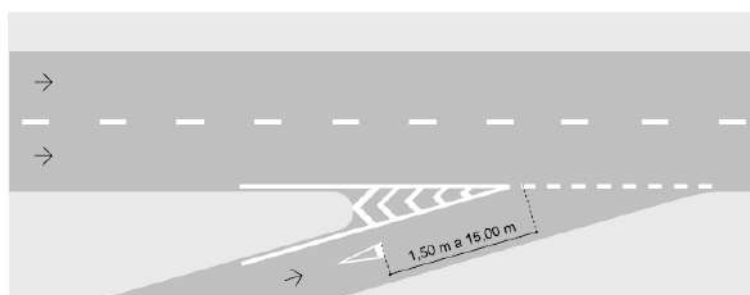
A **SIP** será utilizada como reforço ao sinal de regulamentação R-2 – “Dê a preferência”, indicando a existência de cruzamento com via que tem preferência, sendo sua cor branca e suas dimensões podendo variar de acordo com a velocidade regulamentada ao local.





VELOCIDADE REGULAMENTADA (km/h)	DIMENSÕES (m)			
	a	b	c	d
$v \leq 60$	3,60	1,20	0,20	0,55
$v > 60$	6,00	2,00	0,30	1,00

A **SIP** será utilizada para reforçar o sinal de regulamentação R-2 – “Dê a preferência” a fim de melhorar a informação prestada por questão de segurança. O triângulo deve ser colocado de forma que aponte contra o sentido de circulação, inscrito entre 1,50 m a 15,00 m de distância da interseção, a partir do prolongamento do meio fio da via transversal, no centro da faixa onde estiver inserido.



---

#### **5.7.2.13 - Dispositivos refletivos (tachas e tachões)**

As tachas e tachões refletivos são dispositivos auxiliares de sinalização delineadores de tráfego, visando orientar o posicionamento dos veículos na via, especialmente sob condições climáticas adversas, como nevoeiros e chuvas intensas, já que seus elementos retrorrefletivos contribuem para melhorar a visibilidade dos alinhamentos da sinalização horizontal em tais situações.

As tachas e tachões são constituídas de superfícies retrorrefletoras colocadas em pequenos suportes, fixadas ao pavimento por meio de pino e cola ou somente cola.

Foram indicadas para o projeto os seguintes dispositivos:

- Fornecimento e colocação de tacha refletiva monodirecional;
- Fornecimento e colocação de tacha refletiva bidirecional;
- Fornecimento e colocação de tachão refletivo monodirecional;
- Fornecimento e colocação de tachão refletivo bidirecional;

#### **5.7.2.14 - Linhas de canalização (LCA)**

Estas linhas de canalização do tráfego servirão para balizar alterações de percurso em áreas de confluência ou divergência do fluxo de tráfego (proximidade de nariz, alargamentos e estreitamentos de pista), e ainda em aproximações de obstáculos, orientando os usuários quanto à trajetória a ser seguida. Serão utilizadas tachas para melhorar a visibilidade e tachões quando se deseja imprimir uma resistência ao deslocamento que implique em transposição da marca.

Quando estas linhas indicarem proibição de ultrapassagem, elas serão contínuas e em cor amarela; nos demais casos serão em cor branca. Em qualquer caso terão a largura de 0,20m.

#### **5.7.2.15 - Zebrado de preenchimento da área de pavimento não utilizável (ZPA)**

O ZPA destaca a área interna às linhas de canalização, reforçando a ideia de área não utilizável para a circulação de veículos, além de direcionar os condutores para o correto posicionamento na via. Branca, quando direciona fluxos de mesmo sentido; Amarela, quando direciona fluxos de sentidos opostos.

A marcação do zebração será feita com linhas inclinadas de 45° em relação à direção dos fluxos de tráfego, acompanhando o sentido de circulação dos veículos nas faixas adjacentes área de pavimento não utilizável, com largura da linha interna de 0,40m e distância entre linhas de 1,20m.

O ZPA deverá preencher toda a área de pavimento não utilizável, interna às linhas de canalização.

### 5.7.3 – Materiais, Aplicação, Manutenção e Execução da Sinalização Horizontal

O material a ser empregado na sinalização horizontal foi norteado em função do volume de tráfego e também da sua provável vida útil (**2 anos**), sendo ele a **Tinta à base de resina acrílica emulsão em água**, composta basicamente de uma mistura bem proporcionada de resina, pigmentos, cargas e aditivos, formando um produto líquido com características termoplásticas, sem reações prejudiciais ao revestimento e apta ou susceptível à adição de microesferas de vidro. Para que as tintas adquirirem a indispensável retrorrefletorização devem ser utilizadas microesferas de vidro. As tintas devem ser misturadas, de forma a garantir a boa homogeneidade do material.

As microesferas de vidro tipo “Premix” devem ser adicionadas à tinta, na proporção determinada pelo fabricante. Pode ser adicionado solvente compatível com a tinta, na proporção máxima de 5% (cinco por cento), em volume, para ajuste da viscosidade. O tipo “drop-on” devem ser aplicadas por aspersão, sobre a tinta instantes depois da pintura, assegurando que haja a refletividade e durabilidade, na proporção determinada pelo fabricante. A espessura úmida de tinta a ser aplicada deve ser de 0,5mm, a ser obtida de uma só passada da máquina sobre o revestimento.

Para a aplicação da sinalização na superfície com revestimento asfáltico, deve ser respeitado o período de cura do revestimento. A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento.

O projeto de sinalização horizontal é apresentado no Volume 2 - Projeto de Execução, juntamente com o projeto de sinalização vertical. Foi desenhado na escala de 1:1.000. Juntamente com as folhas de apresentação do projeto em si estão também apresentados os

desenhos gerais indicativos da pintura das faixas, etc., bem como as notas de serviço que especificam e quantificam os diversos serviços a serem executados.

A fase de execução engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura. A limpeza deve ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento.

A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos locados pela equipe de pré-marcação, através dos quais o operador da máquina irá se guiar para a aplicação do material. A locação deve ser feita com base no projeto da sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização. As tintas devem ser misturadas, de forma a garantir a boa homogeneidade do material.

#### **5.7.4 - Projeto de Sinalização Vertical**

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas.

A sinalização vertical tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientá-los.

O projeto de sinalização vertical está sendo baseado nos seguintes princípios:

- Código de Trânsito Brasileiro – CTB e legislação complementar;
- Permitir fácil percepção do que realmente é importante com quantidade de sinalização compatível com a necessidade;
- Seguir um padrão legalmente estabelecido, situações iguais devem ser sinalizadas com o mesmo critério;
- Transmitir mensagens de fácil compreensão;
- Ser precisa e confiável, corresponder à situação existente; ter credibilidade;
- Ser vista à distância necessária; Ser lida em tempo hábil para a tomada de decisão;

- Estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível.

#### **5.7.4.1 - Natureza das Placas de Sinalização**

Os sinais a serem colocados na rodovia serão os seguintes:

- Sinais de advertência;
- Sinais de regulamentação;
- Sinais de informação ou indicação;
- Sinais educativos.

#### **5.7.4.2 - Sinais de advertência**

São aqueles usados para advertir o usuário da existência, na rodovia, de condições potencialmente perigosas, indicam, portanto, a necessidade de um cuidado especial por parte do usuário, e podem exigir redução de velocidade, ou outras manobras, no interesse da segurança do usuário e do tráfego.

Deve ter o uso restrito a um mínimo possível, pois o excesso acabará descondicionando o usuário de um real perigo.

#### **5.7.4.3 - Sinais de regulamentação**

São aqueles que dão ao usuário conhecimento das leis e regulamentos que se aplicam num determinado local da estrada, cujo desrespeito é possível a punição.

O uso dos sinais de regulamentação foi reduzido ao mínimo possível, pois colocados em excesso ou desnecessariamente, podem levar ao desrespeito à sinalização.

#### **5.7.4.4 - Sinais de informação ou indicação**

Têm a finalidade de orientar o usuário ao longo das vias públicas, para informá-lo sobre as vias transversais, dirigi-lo para as cidades, vilas ou outros destinos, identificar rios, parques, locais históricos ou turísticos, enfim, dar qualquer informação que possa auxiliar o usuário durante o percurso.

Ao contrário dos demais, os sinais de indicação não perdem sua eficiência pelo uso frequente.

---

#### 5.7.4.5 - Sinais educativos

Estes sinais têm por objetivo formar um condicionamento do motorista, estimulando-o para que seu comportamento contribua para segurança do tráfego e para a conservação da rodovia. Este tipo de sinalização é útil tanto na zona urbana quanto na rural.

#### 5.7.4.6 - Especificações dos Sinais

Os sinais a serem colocados seguirão as seguintes especificações: FORMA, COR E LETRA.

As formas, as cores e as letras dos sinais de advertência, regulamentação, indicação e educação seguirão os manuais de sinalização do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), Volumes I, II, III e IV, datados de 2007 a 2021. No Volume 2 - Projeto de Execução, demonstradas as suas apresentações.

#### Dimensões

Os sinais terão as seguintes dimensões:

- Sinais de advertência \_\_\_\_\_ 1,00 m x 1,00 m
- Sinais de regulamentação \_\_\_\_\_ Ø 1,00 m
- Sinais de indicação \_\_\_\_\_ tamanhos variáveis
- Sinais Educativos \_\_\_\_\_ tamanhos variáveis
- Marco Quilométrico \_\_\_\_\_ 0,60 m x 0,865m
- Delineadores \_\_\_\_\_ tamanhos variáveis

#### Posição

Como regra geral os sinais serão localizados no lado direito do sentido do tráfego com um afastamento mínimo de 1,20m da extremidade da pista de rolamento e de tal forma que sua projeção horizontal, do ponto mais próximo da pista, esteja sempre fora do acostamento, pelo menos 0,60 m.

Os sinais deverão ser colocados a uma altura de 1,20 m acima do nível do bordo da rodovia, no ponto mais próximo a ele, sendo que esta altura deverá ser medida a partir de seu bordo inferior.

---

No Volume 2 - Projeto de Execução, no item Projeto de Sinalização, está apresentado um desenho mostrando a posição das placas em relação à rodovia.

#### **5.7.4.7 - Materiais a serem usados nas placas**

Com relação aos materiais a serem empregados, as placas deverão ser confeccionadas em chapas de aço galvanizado nº 16, cortadas nas dimensões finais e tratadas para garantia de sua durabilidade.

O fundo, legendas e tarjas deverão ser confeccionadas em película refletiva Scotchlite Grau Diamante ou similar, à exceção dos dizeres e símbolos que deverão ser confeccionados em película plástica, apropriada para este fim, na cor preta.

##### **5.7.4.7.1 Películas**

Sobre as placas, serão aplicadas películas retrorrefletivas, as quais são diagramadas em função da informação a ser transmitida para o usuário. Seu fornecimento é normalmente realizado em rolos. Os tipos previstos para confecção das placas de sinalização encontram-se definidos em conformidade à norma NBR 14644/2013 - Sinalização vertical viária.

##### **Películas refletivas tipo I**

Conhecidas comercialmente como “grau técnico ou grau engenharia”, podem ser constituídas por microesferas de vidro ou microprismas. São utilizadas nas cores branca, amarela, verde, vermelha, azul, laranja e marrom.

##### **Películas refletivas tipo III**

Nominalmente conhecidas como “alta intensidade prismática”, são constituídas tipicamente por microprismas não metalizadas. São utilizadas nas cores branca, amarela, vermelha, azul, verde, laranja, marrom e tons fluorescentes amarelo lima -limão, verde e laranja, que proporcionam maior impacto visual ao usuário sob condições de baixa visibilidade, no período diurno ou noturno, bem como no amanhecer e na presença de neblina.

##### **Películas não retrorrefletivas tipo IV**



---

Constituídas por um filme plástico não refletivo, são conhecidas como “preto legenda”, destinadas a produção de tarjas, legendas, símbolos e pictogramas.

**A sigla SI significa “Sinal Impresso”.**

Devido à sobreposição das películas na confecção das placas, seu consumo é estimado em 1,40 m<sup>2</sup> de película para 1,0 m<sup>2</sup> de placa. Quando a película tem o sinal impresso, seu consumo é de 1,0 m<sup>2</sup> de película para 1,0 m<sup>2</sup> de placa.

#### **5.7.4.8 – Suporte para Sinalização Vertical**

Para fixação das placas de sinalização são necessários suportes, que apresentam diferentes dimensões e materiais constituintes.

Na nova metodologia SICRO, as operações de fornecimento e implantação de suporte para placas de sinalização tornaram-se um item de serviço próprio, com composição de custo específica e medido unitariamente.

No presente projeto executivo será adotado o serviço de confecção e implantação de suportes para placas de sinalização vertical, do tipo, **Suporte e travessa para placa em madeira de lei tratada 8,0 x 8,0 cm.**

#### **5.7.4.9 – Execução da Sinalização Vertical**

Inicialmente deve ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente, as atividades deverão ser as seguintes:

- Limpeza do local, de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado.
- Marcação da localização dos dispositivos a serem implantados, de acordo com o projeto de sinalização.
- Distribuição das placas nos pontos já localizados anteriormente.
- Escavação da área para fixação dos suportes.
- Preparação da sapata ou base, em concreto de cimento Portland, para recebimento dos suportes das estruturas de sustentação das placas que assim o exigirem.
- Fixação das placas ou módulos de painéis aos suportes e às travessas, através de braçadeiras, parafusos, arruelas, porcas e contra porcas.

- Implantação da placa, de forma que os suportes fixados mantenham rigidez e posição permanente e apropriada, evitando que balancem, girem ou sejam deslocados.
- A implantação das placas ou painéis suspensos deve contar com a utilização de caminhão plataforma. Durante a implantação o trânsito deve ser desviado, com o auxílio de cones ou qualquer dispositivo adequado para esta finalidade.

### **5.7.5 - Sinalização de Obras (Temporária)**

A sinalização de obras deverá ser constituída de:

- Área de pré-sinalização;
- Área de sinalização de posição;
- Área de sinalização de fim de obras.

a) Área de Pré-Sinalização – Destinada a advertir a existência de obras adiante que modifiquem a circulação dos veículos. Nesta área serão implantados sinais indicando aos motoristas qual deverá ser seu comportamento ao trafegarem junto ao canteiro de obras.

b) Área de Sinalização de Posição – Representado pelo trecho onde estão regulamentadas as condições de trafegabilidade.

c) Área de Sinalização de Fim de Obras – Estabelecida a situação normal de circulação, deverá ser informado o final da obra e a rodovia receber a regulamentação de velocidade máxima permitida desse trecho em diante, conforme as características da estrada, caso a velocidade tenha sido reduzida através de sinalização anterior.

#### **5.7.5.1 - Função da Sinalização de Obras**

A existência de trechos em obras, serviços de manutenção da via e de obras de arte, conservação da faixa de domínio, assim como a ocorrência de situações emergenciais, determina a necessidade de sinalização que informe aos usuários a ocorrência de situações diferenciadas na rodovia, de modo que o condutor seja advertido em tempo hábil e com a distância necessária que possibilite uma reação segura.

A sinalização de obras deverá:

- 
- Advertir os condutores da existência de obras ou situações de emergência;
  - Orientar e ordenar o fluxo de veículos junto a obras;
  - Deverá apresentar boa legibilidade, clareza e padronização;

Quando a obra for de longa duração, deverão ser utilizados dispositivos fixos, de maior porte e de maior durabilidade, e a preocupação com a conservação e reposição deverá ter maior atenção;

- As placas de sinalização deverão ser sempre refletivas e suas dimensões e legenda compatível com a velocidade regulamentada;
- Para evitar diversas interpretações, a sinalização existente, no trecho em obras, deverá ser retirada ou coberta, quando então passa a vigorar a sinalização de obras. Após concluída a obra, toda a sinalização emergencial deverá ser removida, restabelecendo a sinalização do trecho.

#### **5.7.6 - Apresentação do Projeto**

O projeto de sinalização vertical é apresentado conjuntamente com o projeto de sinalização horizontal no Volume 2 - Projeto de Execução.

## **5.8 - PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

---

## **5.8 - PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES**

### **5.8.1 - Introdução**

O Projeto de Obras Complementares foi desenvolvido em conformidade com as normas, especificações e instruções de serviço atualmente em vigor para trabalhos desta natureza.

### **5.8.2 – Cercas de arame**

Os serviços de cercas, delimitando a faixa de domínio da rodovia, serão feitos com interferência direta com a rodovia. As cercas existentes que se apresentarem dentro da faixa de domínio da rodovia, deverão ser removidas, sendo que após a conclusão destes serviços de remoção, deve ser efetuada a recomposição total do terreno e da vegetação, a fim de evitar a ampliação da degradação da área. Deverão ser construídas e/ou removidas as cercas de arame conforme indicado na respectiva nota de serviço.

### **5.8.3 - Defensas Metálicas**

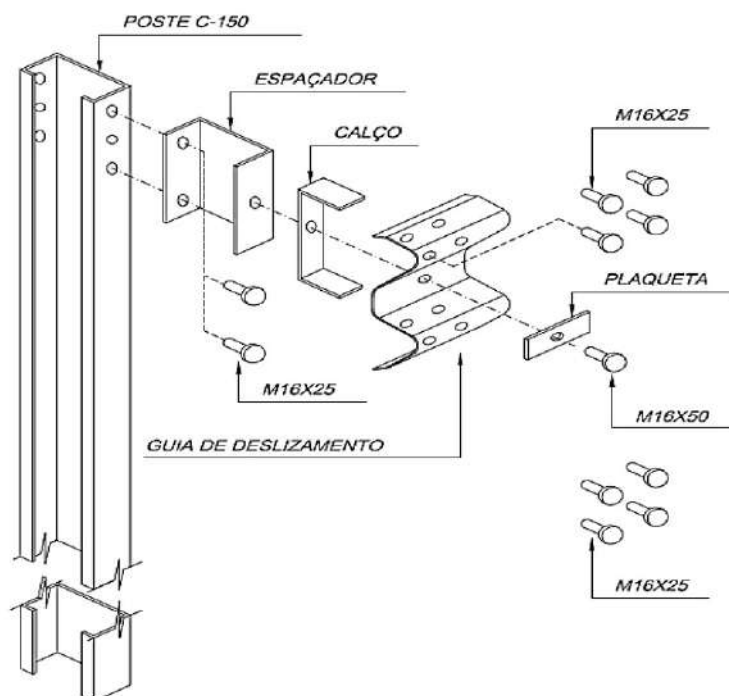
As defensas são dispositivos destinados a melhorar as condições de segurança da rodovia, minimizando os danos pessoais ou materiais, absorvendo a energia cinética dos veículos que saem da pista por meio de sua deformação.

As defensas são constituídas basicamente por postes de sustentação e guias de deslizamento. As defensas podem ser classificadas quanto ao número de linhas de lâminas, podendo ser simples (apenas uma linha) ou dupla (duas linhas de lâminas paralelas). Para este projeto executivo, foi adotado a defesa simples. As lâminas são sustentadas por uma linha de postes.

As defensas podem ainda ser classificadas de acordo com sua capacidade de absorver a energia provocada pelo choque do veículo em maleáveis e semi-maleáveis. Para este projeto executivo, foi adotado a defesa simples semi-maleável.

As defensas metálicas semi-maleáveis são aquelas que, embora montadas com postes considerados rígidos, tem espaçadores ou travessas maleáveis, separando a guia de deslizamento do poste de sustentação, conforme ilustrado na figura abaixo.

### Componentes da defesa semi-maleável



As defensas deverão ser implantadas paralelamente à pista de rolamento, sendo a ancoragem realizada por meio do enterramento de suas extremidades. Este procedimento é realizado por meio da mudança na altura do conjunto, iniciando-se com a lâmina enterrada cerca de 20 cm no solo. A lâmina segue até a altura de projeto, fazendo-se essa variação de altura em uma extensão mínima de 16 m.

No trecho final da defesa, o procedimento é realizado da mesma maneira. É comum que essa variação de altura nas extremidades seja acompanhada de um desvio horizontal em que as defensas se distanciam progressivamente da pista.

**Não deverão ser utilizados** terminais aéreos nas defensas, anulando desta forma qualquer possibilidade de choques frontais de veículos desgovernados.

Estão sendo previstas defensas metálicas, e também ancoragem, nos aterros com altura  $h \geq 4,00\text{m}$ , objetivando maior segurança aos usuários nesses locais.

A realização dos serviços de instalação das defensas deve atender às diretrizes preconizadas nas seguintes especificações técnicas:

- Norma NBR 6.961/99 - Defensas metálicas - Projeto e implantação;

- Norma 15.486/2007 - Segurança no tráfego - Dispositivos de contenção viária - Diretrizes;
- Especificação de Serviço DNER nº 144/85 - Defensas metálicas;
- Especificação de Material DNER nº 370/97 - Defensas metálicas de perfis zincados;
- Especificação de Serviço DNIT nº 088/2006 - Dispositivos de segurança lateral: guarda-rodas, guarda-corpos e barreiras.

#### **5.8.4 - Preenchimento de Área das Rótulas em Concreto Magro (Interseção 01)**

As áreas das ilhas e rótulas das interseções projetadas, deverão ser preenchidas em concreto magro, com 5,0cm de espessura, sendo seus locais indicados e quantificados no Volume 2 – Projeto de Execução.

#### **5.8.5 – Enchimento e Compactação de Material 1ª Categoria Áreas das Ilhas e Rótulas**

Estas áreas serão regularizadas, preenchidas e compactadas com material de 1ª Categoria para o calçamento em concreto, com **h médio** igual a 30,0 cm.

#### **5.8.6 – Hidrossemeadura**

Com o intuito de estabelecer as condições exigíveis para execução de serviço de proteção vegetal de áreas planas ou de pouca declividade (caixas de empréstimos e áreas de jazidas de solo) e de áreas de declividade acentuada (taludes de cortes e aterros), visando à proteção do corpo estradal, com ênfase no combate ao processo erosivo foi indicado o serviço de hidrossemeadura, objetivando a conformidade legal e adequação à legislação ambiental pertinente das áreas degradadas pelo uso da construção de obras, através de sua reabilitação ambiental e tornando-as aptas para o retorno do uso primitivo.

A hidrossemeadura é o processo de implantação das espécies vegetais, por sementes, através do jateamento das mesmas condicionadas em elementos de fixação no solo, elementos protetores das intempéries, adubos e nutrientes necessários a sua germinação.

O serviço de proteção de taludes visa à ação imediata contra o efeito de agentes erosivos e processos de deslocamento de partículas finas do solo (assoreamento), que danificam ou reduzem a capacidade do sistema de drenagem superficial de proteção do corpo estradal ou favorecem a instabilidade geomecânica destes locais. No Volume 2 - Projeto de Execução são apresentadas as notas de serviços de hidrossemeaduras.



### 5.8.7 – Alambrado para direcionamento da Fauna

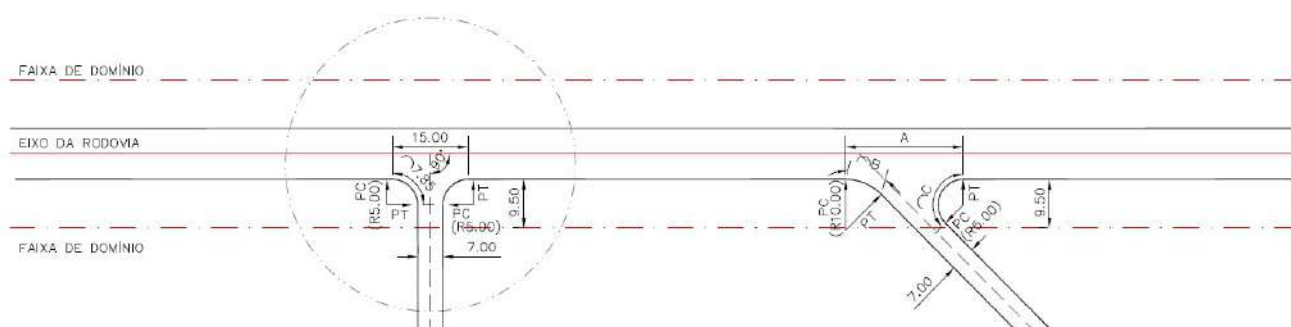
A proteção da fauna será concretizada pela construção de telas de arame galvanizado associadas com a implantação de placas pré-moldadas de concreto, para bloqueio de animais menores, delimitando os corredores ecológicos na faixa de domínio. Com o objetivo de orientar os animais que circulam pela área de abrangência da rodovia, para o uso de OAC (bueiros) para a transposição sob a rodovia. A associação das cercas de telas de arame galvanizado com placas de pré-moldados de concreto, tem a finalidade de impedir o acesso à rodovia de animais menores, que transitam no corredor ecológico, evitando o seu engastalhamento na tela.

Foi proposto, como melhor alternativa, a implantação dos dispositivos de passagem e barreiras em áreas que, por suas características gerais, apresentam fauna silvícola, portanto, gerando maior eficácia após criteriosa escolha da trilha usada pelos animais e as suas espécies. A cerca de passagem de fauna com tela de alambrado sobre mureta de blocos de concreto - H = 20 cm - mourões de madeira a cada 2,5m e esticador a cada 50 m.

### 5.8.8 - Limpa Rodas

A execução de limpa-rodas tem como principal função evitar que veículos carreguem o solo proveniente de acessos rurais para a pista de rolamento. Na rodovia em questão foi executado dois projetos-tipo para a pavimentação dos acessos rurais do limite da faixa de domínio até o bordo da pista, conforme demonstrado a seguir.

DETALHE DE LIMPA RODA - ENTRADAS A PROPRIEDADES RURAIS



O tratamento proposto para esses locais é a execução de uma camada de base sem mistura, com espessura correspondente ao trecho, uma camada de imprimação e por fim uma uma camada de revestimento asfáltico tipo TSD, com 2,5 cm de espessura.

---

Os quantitativos dos limpa rodas, estão inseridos no cálculos da pavimentação.

#### **5.8.5 - Apresentação**

O projeto de Obras Complementares com as notas de serviços desse item é apresentado Volume 2 – Projeto de Execução.

## 6.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO

---

## 6.0 - TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente **Volume 3 – Memória Justificativa**, referente a Revisão, Adequação e Atualização de Projeto Executivo de Engenharia para Pavimentação da Rodovia **RO-010**, Trecho: Estaca 136+0,00 (Urupá) - Estaca 2284+0,00 Rua Amapá (Mirante da Serra), Segmento: Estaca 136+0,00 à Estaca 1200+0,00, Extensão: 21,28 km, Lote: 01, possui **432** (quatrocentos e trinta e dois) folhas numericamente ordenadas.